NOTICE

SUR LES

TITRES ET TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. RENÉ LEGENDRE

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN
—
1919

TITRES SCIENTIFIQUES

1903. Licencié ès sciences naturelles.
1909. Docteur ès sciences naturelles.
1903. Élève au laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.
1908. Délégué dans les fonctions de préparateur de physiologie générale au Muséum national d'Histoire naturelle.
1909. Préparateur de physiologie générale au même Établissement.

1906. Membre de l'Association des Anatomistes.
1909. Membre de la Société Philomathique de Paris.
1909. Membre de la Société d'Anthropologie de Paris.
1910. Secrétaire de la Société des Amis du Muséum.
1911. Membre de l'Institut français d'Anthropologie.
1913. Membre de la Société de Biologie.
1917. Membre de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire.
1918. Secrétaire de la Commission d'Alimentation de la Société de Biologie

---

1909. Membre de la Commission d'Assainissement des parcs à huîtres du Sous-Secrétariat d'État de la Marine marchande.
1916. Chef du laboratoire de la Section d'Hygiène et Biologie du Ministère de l'Instruction Publique et des Inventions intéressant la Défense nationale, au Muséum.
1917. Membre de la Section d'Hygiène et Biologie du Sous-Secrétariat d'État des Inventions, des Études et des Expériences techniques.

1917. Membre de la Commission supérieure des Inventions intéressant la Défense nationale du Ministère de la Guerre.

1919. Membre des sections de Biologie et d'Hygiène de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles du Ministère de l'Instruction Publique.

1919. Membre de la Commission d'Alimentation de la Commission sanitaire des Pays Alliés.

1900. Prix de Trémont du Conservatoire national des Arts et Métiers.

1909. Prix Fauvelle de la Société d'Anthropologie de Paris.

1910. Prix Lallemand de l'Académie des Sciences.

1914. Prix Lallemand de l'Académie des Sciences.

1918. Encouragement au concours pour le prix Bellion de l'Académie des Sciences.

1918. Mention très honorable au concours pour le prix Vernois de l'Académie de Médecine.

Rédacteur en chef de *La Nature*.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

INDEX CHRONOLOGIQUE

1905

1. — **Sur la préeence de granulations dans lee cellules nerveuees d'*Helix aspersa* et leur cylindraxe.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LVIII, 18 mars, p. 494-496.
2. — **Sur la nature du trophospongium des cellulee nerveuees d'*Helix*.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LVIII, 20 mai, p. 841-843; — *Bull. Soc. Philom.*, 9e série, t. VII, n° 4, p. 260-265, 2 fig.
3. — **Notee biologiques sur *Acera bullata*.** Müll. *Arch. de Zool. expér. et génér.*, vol. IV. Notes et Revue, n° 1, p. VI-XIV, 5 fig.
4. — **Nature pathologique des canaliculee de Holmgren des cellules nerveuses.** *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLI, 26 décembre, p. 1265-1267; — *C. R. Soc. Biol.*, t. LIX, 29 décembre, p. 687-688.

1906

5. — **Sur lee modifications des cellules nerveuses d'*Helix pomatia* pendant l'asphyxie par immersion.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LX, 2 mars, p. 388-389.
6. — **Sur un nouveau détail de la structure des cellules nerveusss d'*Helix pomatia*.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LX, 16 mars, p. 488-490.
7. — **A propos du centrosome des cellules nerveuses.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LX, 16 mars, p. 490-491.
8. — **Quelquee détails de structure des cellulee nerveusee d'*Helix pomatia*.** *C. R. Assoc. des Anatom.*, 8e réunion, Bordeaux, p. 85-89; — *Bibliogr. Anatom.*, t. XV, 3e fasc , p. 148-158, 6 fig.
9. — **Sur divers aspecte de neurofibrilles intracellulairee obtenue par la méthode de Bielechowsky.** *Anat. Anz.*, Bd XXIX, n° 13/14, p. 361-367, 2 fig.
10. — **Sur la préeence de neurofibrilles dans lee cellnlee nerveuses d'*Helix pomatia*.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXI, 13 juillet, p. 19-21.

11. — **Sur la tenenr en acide carbonique de l'air marin.** *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIII, 8 octobre, p. 526-528; — *Bull. du Musée Océanographique de Monaco*, n° 84, 10 novembre, 10 pp.

1907

12. — **La queetion du neurone.** *Revue Scientif.*, 5ᵉ série, t. VII, 9 mars, p. 294-302, fig. 46 à 54.

12 *bis*. — **Neuronistee et antineuronistes.** *La Science au XXᵉ Siècle*, 5ᵉ année, n° 51, 15 mars, p. 80-84, 5 fig.

13. — **Varicoeités dee dendrites étudiéee par lee méthodes neurofibrillaires.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 22 février, p. 257-259.

14. — **Lee rapports entre lee conditione phyeiologiquee et lee modifications hietologiquee dee cellules nerveuses cérébrales dane l'ineomnie expérimentale** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 1ᵉʳ mars, p. 312-314.

15. — **La névroglie des ganglions nerveux d'*Helix pomatia*.** *C. R. Assoc. des Anatom.*, 9ᵉ réunion, Lille, p. 50-60, 1 pl.; — *Bibliogr. anatom.*, t. XVI, 4ᵉ fascicule, p. 236-238.

16. — **Variatione de structure de la cellule nerveuee.** *Presse Méd.*, n° 73, 11 septembre, p. 578-580.

17. — **Diversee cauees de variations d'aepect dee neurofibrillee intracellulaires.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 7 juin, p. 1008-1010.

18. — **Retonr à l'état normal dee cellulee nerveuees aprèe les modificatione provoquéee par l'insomnie expérimentale** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 7 juin, p. 1007-1008.

19. — **Diepoeition dee neurofibrillee dane lee cellulee à noyau ectopique.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII. 14 juin, p. 1055-1057.

20. — **Un facteur important du nanisme expérimental : les excreta.** *C. R. Assoc. franç. pour l'Avanc. des Sciences*, Congrès de Reims, août, p. 607-610.

21. — **Variations de deneité et de teneur en oxygène de l'eau dee maree eupralittorales.** *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLV, 4 novembre, p. 777-779.

22. — **Variatione de densité, de température et de teneur en oxygène de l'eau de la côte à Concarnean.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIII, 13 décembre, p. 611-613, 1 fig.

1908

23. — **Granulatione dee cellulee nerveusee d'*Helix pomatia* décelables par l'acide oemique.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, 7 février, p. 165-167.

24. — **Recherches océanographiquee faitee dane la région littorale de Concarneau pendant l'été 1907.** *Bull. du Musée Océanographique de Monaco*, n° 111, 21 février, 30 pp., 5 fig.

25. — **Recherches sur le nanieme expérimental : influence dee excreta.** *Arch. de Zool. expér. et génér.*, vol. VIII, Notes et Revue, n° 3, p. LXXVII-LXXXIV.

26. — **A propos des mitochondries des cellules nerveuses : granulations diverses des cellules nerveuses d'*Helix*.** *C. R. Assoc. des Anatom.*, 10e réunion, Marseille, p. 86-91, 5 fig.

27. — **Les régénérescences nerveuses.** *Rev. Scientif.*, 5e sér., t. X, 18 juillet, p. 70-75, 2 fig.

28. — **Distribution des altérations cellulaires du système nerveux dans l'insomnie expérimentale** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, 26 juin, p. 1102-1104.

29. — **Traces fossiles d'autotomie.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXV, 25 décembre, p. 662-665; — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XV, p. 35-36.

1909

30. — **Contribution à la connaissance de la cellule nerveuse : la cellule nerveuse d'*Helix pomatia*.** Thèse de Doctorat. *Arch. d'Anat. Microsc.*, t. X, p. 287-554, 19 fig., 2 pl.

31. — **Sur la faune des roches exposées au large de l'archipel des Glénans** (en collaboration avec J. Guérin-Ganivet). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XV, p. 17-19; — *Bull. de la Soc. centr. d'Aquic. et de Pêche*, t. XXI, p. 106-108.

32. — **Variations physico-chimiques de l'eau de mer littorale à Concarneau.** *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLVIII, 8 mars, p. 668-670; — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XV, p. 82-84; - *Bull. de l'Inst. Océanogr.*, no 144, 30 juin, 29 pp., 5 fig.

33. — **Recherches sur les variations de température, de densité et de teneur en oxygène de l'eau de la côte à Arcachon.** *Bull. de la Stat. biol. d'Arcachon*, 12e année, p. 95-125, 8 fig.; — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XV, p. 555-557; — *Bull. de l'Inst. Océanogr.*, no 158, 30 janvier 1910, 26 pp., 8 fig.

34. — **Variations de température, de densité et de teneur en oxygène de l'eau de mer littorale à Concarneau et à Arcachon.** *Bull. de la Soc. Philom.*, sér. X, t. 1, p. 194-196.

1910

35. — **Recherches sur le réseau interne de Golgi des cellules nerveuses des ganglions spinaux.** Première note. *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, p. 20-22; — Deuxième note. *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, p. 44-46; — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVI, p. 33-37; — *Anat. Anz.*, Bd XXXVI, no 8/10, p. 207-217, 6 fig.; — *Bull. de la Soc. Philom.*, sér. X, t. II, p. 54-58.

36. — **La pêche à marée basse.** Conférence faite le 9 janvier 1909, à l'Institut Océanographique. *Bull. de l'Inst. Océanogr.*, no 179, 20 août, 19 pp.

37. — **A propos des théories de l'évolution.** *Revue des Idées*, 7e année, 15 mai, p. 355-363.

38. — **Essais de conservation hors de l'organisme des cellules nerveuses des ganglions spinaux. I. Plan de recherches et dispositif expérimental** (en collaboration avec H. Minot). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 13 mai, p. 795-796.

39. — **Essais de conservation hors de l'organisme des cellules nerveuses des ganglions spinaux.** II. Conservation dans le sang défibriné (en collaboration avec H. Minot. *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 20 mai, p. 839-841.

40. — **III. Influence de la dilution sur la conservation des cellules nerveuses des ganglions spinaux hors de l'organisme** (en collaboration avec H. Minot). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 27 mai, p. 885-887.

41. — **Réfutation expérimentale des théories dites osmotiques du sommeil** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 10 juin, p. 962-964).

42. — **La théorie de l'autonarcose carbonique comme cause du sommeil et les données expérimentales** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 17 juin, p. 1014-1015.

43. — **Les lésions des cellules nerveuses.** *Bull. de l'Inst. génér. Psychol.*, 10e année, p. 517-527.

44. — **Le problème des facteurs du sommeil. Résultats d'injections vasculaires et intra-cérébrales de liquides insomniques** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 24 juin, p. 1077-1079.

45. — **Des résultats histo-physiologiques de l'injection intra-occipito-atlantoïdienne de liquides insomniques** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 1er juillet, p. 1108-1109.

46. — **Recherche du *Bacterium coli* dans l'eau de mer au moyen des méthodes employées pour l'eau douce** (en collaboration avec P. Fabre-Domergue). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLI, 21 novembre, p. 959-961; — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVI, p. 340-343.

47. — **Essais de conservation des cellules nerveuses des ganglions spinaux hors de l'organisme.** Première note (en collaboration avec H. Minot). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVI, p. 285-289.

48. — **Critique expérimentale de quelques théories du sommeil** (en collaboration avec H. Piéron). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVI, p. 289-292.

49. — **Procédé de recherche du *Bacterium coli* en cultures anaérobies dans les eaux et dans les huîtres** (en collaboration avec P. Fabre-Domergue). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLI, 27 décembre, p. 1401-1403.

50. — **Résultats de diverses injections de liquides d'animaux insomniques** (en collaboration avec H. Piéron). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVI, p. 343-346.

51. — **Influence de la température sur la conservation des cellules nerveuses des ganglions spinaux en dehors de l'organisme** (en collaboration avec H. Minot). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIX, 30 décembre, p. 618-620.

1911

52. — **Formation de nouveaux prolongements par certaines cellules nerveuses des ganglions spinaux conservés à 39° hors de l'organisme** (en collaboration avec H. Minot). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXX, 13 janvier, p. 18-19; — *Anat. Anz.*, Bd XXXVIII, no 20/21, p. 554-560, 7 fig.

53. — **Note complémentaire sur le procédé de recherche du *Bacterium coli* en cultures anaérobies dans les eaux et dans les huîtres** (en collaboration avec P. Fabre-Domergue). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVII, p. 38-40, 1 fig.

54. — **Essais de conservation des cellules nerveuses des ganglions spinaux hors de l'organisme.** Deuxième note (en collaboration avec H. Minot). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVII, p. 40-44.

55. — **Du développement, au cours de l'insomnie expérimentale, de propriétés hypnotoxiques des humeurs, en relation avec le besoin croissant de sommeil** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXX, 17 février, p. 190-192.

56. — **Contribution expérimentale à la physiologie du sommeil** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLII, 20 février, p. 456-458; — *Rev. de Psychiatrie*, t. XV, n° 5, p. 190-192.

57. — **Effets de la fatigue musculaire sur les cellules du système nerveux central** (en collaboration avec H. Piéron). *Journ. de Physiol. et Pathol. génér.*, t. XIII, 15 juillet, p. 519-526, 1 fig.

58. — **La physiologie du sommeil.** Conférence faite le 7 mai 1911 au Muséum national d'Histoire naturelle. *Revue Scientif.*, 49ᵉ année, 17 juin, p. 742-751.

59. — **Influence du barbotage sur la conservation des cellules nerveuses des ganglions spinaux hors de l'organisme** (en collaboration avec H. Minot). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXX, 30 juin, p. 1034-1036.

60. — **Modifications qui se produisent, quand on les replace à 39°, dans les cellules nerveuses des ganglions spinaux conservée à 15-20° hors de l'organisme** (en collaboration avec H. Minot). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXI, 10 novembre, p. 372-374.

61. — **Les recherches récentes sur la survie des cellules, des tissus et des organes isolés de l'organisme.** *Biologica*, 1ʳᵉ année, 15 novembre, p. 357-365, 7 fig.

62. — **Essais de conservation des cellules nerveuses des ganglions spinaux hors de l'organisme.** Troisième note (en collaboration avec H. Minot). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. nat.*, t. XVII, p. 496-498.

63. — **Sur les rats noirs du Jardin des Plantes** (en collaboration avec L. Lapicque) *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVII, p. 396-400.

1912

64. — **La pêche chez les peuples primitifs.** Conférence faite à l'Institut Océanographique, le 2 décembre 1911. *Bull. de l'Inst. Océanogr.*, n° 221, 15 janvier, 26 p., 3 fig.

65. — **Notes sur le système nerveux d'un dauphin (*Delphinus delphis*).** *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVIII, p. 6-8; — *Arch. d'Anat. microsc.*, t. XIII, p. 377-400, 10 fig.

66. — **De la propriété hypnotoxique des humeurs développée au cours d'une veille prolongée** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXII, 16 février, p. 210-212.

67. — **Destruction par oxydation de la propriété hypnotoxique des humeurs développée au cours d'une veille prolongée** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXII, 23 février, p. 274-275.

68. — **Insolubilité dans l'alcool et solubilité dans l'eau de l'hypnotoxine engendrée par une veille prolongée** (en collaboration avec H. Piéron). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXII, 1er mars, p. 302-304.

69. — **Nouvelles traces d'autotomie chez des Crustacés fossiles** (en collaboration avec H. Cardot). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. nat.*, t. XVIII, p. 131-132.

70. — **Caractères de la propriété hypnotoxique des humeurs développée au cours d'une veille prolongée** (en collaboration avec H. Piéron). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XVIII, p. 177-182.

71. — **Bâtonnets intranucléaires des cellules nerveuses.** *Bibliogr. Anat.*, t. XXII, fasc. 4, p. 234-239, 1 fig.

72. — **Les conditions de vie des animaux marins littoraux.** *Bull. de l'Inst. génér. Psychol.*, 12e année, mai-juillet, p. 203-220.

73. — **Survie des ganglions spinaux des mammifères conservés *in vitro* hors de l'organisme** (à propos de la communication de MM. Marinesco et Minéa). *Bull. de l'Acad. de Méd.*, t. LXVIII, 3e série, 30 juillet, p. 119-121.

74. — **Recherches sur le besoin de sommeil consécutif à une veille prolongée** (en collaboration avec H. Piéron). *Zeitschr. für allg. Physiol.* Bd XL, p. 235-262, 2 fig., 2 pl.

75. — **The Physiology of Sleep.** *Smithsonian Report for* 1911, Washington, 1912, p. 587-602.

1913

76. — **A propos du pigment des cellules nerveuses d'*Helix pomatia*.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXIV, 14 février, p. 262-263.

77. — **La survie des cellules et des organes.** Conférence faite au Muséum national le 13 avril 1913. *Rev. Scientif.*, 51e année, 26 juillet, p. 105-111.

78. — **Action de quelques chlorures sur les cellules nerveuses des ganglions spinaux isolés de l'organisme.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXV, 24 octobre, p. 246-248.

79. — **The Survival of Organs and the "Culture" of living Tissue.** *Smithsonian Report for* 1912, Washington, 1913, p. 413-420, 2 fig., 4 pl.

80. — **Relation entre le diamètre des fibres nerveuses et leur rapidité fonctionnelle** (en collaboration avec L. Lapicque). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLVII, 8 décembre, p. 1163-1166, 2 fig.

1914

81. — **La rapidité fonctionnelle des fibres nerveuses, mesurée par la chronaxie, a un substratum anatomique** (en collaboration avec L. Lapicque). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XX, p. 248-252, 1 pl., 1 fig.

82. — **Simple tour de main pour obtenir une chambre humide microscopique.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVI, 20 février, p. 265-266, 1 fig.

83. — **Teneur des sardines en eau et en matières grasses** (en collaboration avec L. Fage). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVI, 27 février, p. 284-287; — *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XX, p. 101-103.

84. — **Dispositif pour l'examen microscopique des nerfs vivants, ayant leurs connexions anatomiques intactes et leur fonctionnement normal.** *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVI, 20 mars, p. 432-434, 1 fig.

85. — **Changement d'excitabilité des nerfs conditionné par une altération de leur gaine de myéline** (en collaboration avec L. et M. Lapicque). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLVIII, 16 mars, p. 803-805.

86. — **Sur les altérations de la gaine de myéline produites par divers poisons nerveux** (en collaboration avec L. et M. Lapicque). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLVIII, 2 juin, p. 1592-1595, 6 fig.

87. — **Altérations des fibres nerveuses myéliniques sous l'action des anesthésiques** (en collaboration avec L. Lapicque). *Bull. du Mus. nat. d'Hist. natur.*, t. XX, p. 367-371, 1 pl.

88. — **Présentation de photographies microscopiques montrant l'action de la cocaïne sur les fibres nerveuses** (en collaboration avec L. Lapicque). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVII, 19 juin, p. 54-55.

89. — **Modifications des fibres nerveuses myéliniques pendant l'anesthésie générale** (en collaboration avec L. Lapicque). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVII, 4 juillet, p. 284-285.

90. — **Réponse à M. Nageotte** (en collaboration avec L. Lapicque). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXVII, 4 juillet, p. 305.

1917

91. — **Traitement de l'intoxication par l'oxyde de carbone. Procédés pratiques d'administration de l'oxygène.** *Communications techniques du Service de Santé militaire*, série I, n° 2, mai, 8 p., 5 fig.

92. — **Détermination rapide du son contenu dans les farines et dans les pains.** *Ann. des Falsific. et des Fraudes*, 10e année, n°s 105-106, juillet-août, p. 293-296, 2 fig.

93. — **Amélioration du pain de guerre par neutralisation des ferments du son** (en collaboration avec L. Lapicque). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXV, 27 août, p. 136-139.

94. — **Présentation d'un produit alimentaire : pain français, par M. Capitan.** *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 3e série, t. LXXVIII, 4 septembre, p. 164-165.

95. — **Les manœuvres de respiration artificielle.** *Communications techniques du Service de Santé militaire*, série 1, nº 5, septembre, 7 p., 5 fig.

96. — **La question du pain : le pain français.** *Presse Méd.*, 11 octobre, p. 589-591 ; — *Rev. d'Hyg. et de Pol. sanit.*, t. XXXIX, décembre, p. 755-766.

97. — **Sur le pain à la chaux** (en collaboration avec L. Lapicque). *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXX, 8 décembre, p 896-897.

1918

98. — **Comment économiser le chauffage domestique et culinaire** (en collaboration avec A. Thevenin). Un vol., 124 p., 31 fig. (15e mille), publié par la Direction des Inventions du Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre. Masson et Cie, éditeurs.

99. — **La chloration, procédé de stérilisation des eaux par le chlore liquide** (en collaboration avec E. Bartow). *Rev. d'Hyg. et de Pol. sanit.*, t. XL, janvier-février, p. 1-30, 9 fig.

100. — **Le séchage de la sardine. Expériences indnstrielles** (en collaboration avec J. Chevalier). *Rev. française des Conserves aliment.*, 2e année, septembre, p. 305-310.

1919

101. — **Progrés de la chloration depnis 1918. Les installations de chloration faites en France** (en collaboration avec le Lieutenant-Colonel Bartow). Communication au Congrès interallié d'Hygiène sociale.

102. — **Problèmes scientifiques d'Alimentation en France pendant la guerre.** Comptes Rendus des séances de la Commission d'Alimentation de la Société de Biologie, tenues sous la présidence du Professeur Charles Richet, et bibliographie analytique des travaux français publiés pendant la guerre (1914-1918). Un vol. in-8, 160 p., Masson et Cie, éditeurs.

103. — **Alimentation et ravitaillement.** Un vol. in-16. Masson et Cie, éditeurs (en cours d'impression).

APERÇU GÉNÉRAL

Les sciences biologiques, plus que d'autres peut-être, donnent cette impression écrasante d'un territoire immense dont nous ne verrons jamais qu'une petite étendue. C'est que leur domaine est trop vaste, qu'il confine à ceux de trop de sciences, qu'il demande trop de travaux et des plus variés, pour être fécondé. On y aborde au seuil de la vingtiéme année, l'esprit curieux de toutes les grandes synthèses, avec l'espoir d'une vue d'ensemble sur la vie, magnifique et ordonnée. Puis, peu à peu, l'on découvre, non sans douleur parfois, qu'il faut se limiter pour faire œuvre profitable et travailler beaucoup, sans cesse, dans quelques sillons.

On se réduit ainsi au métier d'artisan, et encore les outils qu'on emploie sont-ils si complexes et difficiles à manier qu'on ne peut guére connaître l'usage de beaucoup d'entre eux.

Certains se plaisent sur les terres déja labourées, fécondées, où ils peuvent suivre aisément les sillons tracés; d'autres préfèrent les coins encore en friche où nul point de repére ne se montre. Selon la forme de l'esprit ou le hasard des études premières, les curiosités, les techniques diffèrent pareillement : celui-ci, venu de la médecine, ne voit que l'homme, celui-là, zoologiste, regarde telle ou telle classe d'animaux; les uns cherchent dans la chimie, d'autres dans la mécanique, d'autres encore dans le microscope, les moyens d'aborder la vérité dont ils ne verront qu'une parcelle. Il peut être difficile de choisir entre des efforts si divers et de préjuger de leurs fruits.

Attiré d'abord par la psychologie, puis comme bien d'autres, ayant senti qu'il lui faut trouver dans les sciences expérimentales une base solide, les difficultés de l'existence matérielle m'ont conduit d'abord à tâter des sciences physiques au Conservatoire national. des Arts et Métiers, puis, tôt aprés, à me diriger vers les sciences naturelles, à la Sorbonne.

Pendant que j'hésitais entre la zoologie et la physiologie, le hasard me conduisit vers le laboratoire d'embryogénie du Collège de France, auprès de

mon bon maître, M. Henneguy. J'y acquis une forte discipline cytologique, en même temps que son enseignement me révélait, avec une grande érudition, maints problèmes de biologie générale.

Ma curiosité, toujours orientée vers la psychologie, et la publication de la méthode de Cajal pour les neurofibrilles décidèrent de mes premiers travaux. J'abordai la question de la structure et du fonctionnement de la cellule nerveuse (I)[1]. C'était — et c'est encore — une question touffue où il est difficile de voir clair. Rien que dans le cytoplasme, les histologistes ont logé au moins cinq réseaux et de nombreuses granulations, sans songer à l'impossibilité d'une telle complexité de structure. Le fonctionnement de la cellule nerveuse reste en dehors des moyens d'investigation de l'histologie classique, quelles que soient toutes les ingénieuses théories histo-physiologiques qu'on a proposées. Même les lésions de cette cellule sont d'une banalité déconcertante, comparées à la multiplicité des agents dont on dispose et des aspects cliniques de leurs actions.

Je mis cinq ans à parcourir ce domaine, lisant les travaux, apprenant les techniques, répétant les expériences des auteurs, me dégageant peu à peu du cadre artificiel imposé à la cytologie, dont les méthodes ordinaires (fixation, coloration) ne peuvent renseigner le plus souvent que sur l'anatomie microscopique, sans permettre de pénétrer le mécanisme de la vie cellulaire.

Ce travail aboutit à une thèse de doctorat ès sciences, véritable monographie de la cellule nerveuse, où l'on trouve indiquées, analysées, classées, les très nombreuses publications parues sur ce sujet et une critique expérimentale serrée de leurs résultats.

A la fin de cet apprentissage, j'entrai au Muséum comme préparateur de la chaire de physiologie, et j'y suis resté depuis, simplifiant ainsi — à défaut d'autres avantages — mon *curriculum vitæ*.

Je cherchais depuis quelque temps déjà à me servir de mes acquisitions cytologiques pour aborder les problèmes physiologiques.

Mon ami H. Piéron m'avait proposé de l'aider à aborder la difficile question du sommeil (III), en cherchant ensemble dans les effets de l'insomnie expérimentale la cause possible du sommeil naturel. Empêchant des chiens de dormir pendant 6 à 12 jours, nous vîmes apparaître un état général grave en même temps que des altérations cellulaires localisées au lobe frontal du cerveau, réparables par le sommeil. Puis nous réussîmes à provoquer à volonté le sommeil chez un chien normal en lui injectant dans le quatrième ventricule du sérum, ou mieux du liquide céphalo-rachidien d'un animal insomnique. Nous pûmes ainsi faire la critique expérimentale des diverses théories physiologiques du sommeil et montrer que le besoin impérieux provoqué par l'insomnie

1. Ces chiffres renvoient aux chapitres de l'exposé analytique qu'on trouvera plus loin.

prolongée est lié à l'apparition de substances toxiques et à des modifications des cellules nerveuses cérébrales.

Je désirais entreprendre l'étude biologique de la cellule nerveuse dans des conditions plus simples que celles où elle se présente dans l'organisme entier. J'eus l'idée, pour cela, d'isoler des ganglions spinaux et de les conserver *in vitro*, aseptiquement, dans le sang défibriné du même animal, à la température du corps (IV). Aidé par le Dr H. Minot, je découvris, dès les premières expériences, que les cellules nerveuses sont loin d'être aussi fragiles qu'on le croit communément puisqu'elles persistent pendant 4 et 5 jours en bouteille, donnant comme preuve de leur vitalité la formation de nouveaux prolongements. J'étudiai alors l'influence sur cette survie de divers facteurs : température, isotonie, oxygénation, et cherchai même — mais sans succès — à réaliser un milieu artificiel chimiquement défini pour remplacer le sang défibriné. Ces recherches étaient antérieures au mouvement qui se produisit à partir de 1911 sur la « culture » des tissus et dont Carrel symbolisa la tendance.

Soucieux toujours de situer à leur juste place mes travaux dans l'état actuel de la science, je choisis comme sujets de conférences du dimanche au Muséum « la physiologie du sommeil » et la « survie des cellules et des organes », que la Smithsonian Institution de Washington me fit l'honneur de traduire dans ses *Reports* annuels.

L'arrivée de M. Lapicque au Muséum orienta mes recherches dans une nouvelle direction. M. Lapicque s'occupait des questions d'électro-physiologie, et notamment de la mesure de l'excitabilité nerveuse par la détermination de la chronaxie. Nous alliâmes nos techniques et réussîmes, par le simple examen à l'état frais, et même *in vivo*, des fibres nerveuses myéliniques, à mettre en évidence les deux faits suivants (II) :

1° La mensuration à l'état frais des fibres des différents nerfs de la grenouille montre qu'elles sont d'autant plus grosses que leur chronaxie est plus petite, c'est-à-dire que leur excitabilité et leur rapidité sont plus grandes. L'examen des nombres obtenus prouve même que le produit de la chronaxie par le carré du diamètre est constant. La rapidité des fibres nerveuses est donc proportionnelle à leur section. Comme le dit M. Lapicque dans son récent exposé de titres : « Indépendamment de son intérêt évident pour l'anatomie et la physiologie des organes, cette loi morphologique devient un élément capital pour la théorie de l'influx nerveux. »

2° En observant *in vivo*, dans des conditions particulièrement favorables que je réussis à réaliser, des nerfs soumis à l'action de divers anesthésiques, nous vîmes un gonflement progressif de la myéline qui arrive à occuper en certains points toute la largeur du cylindraxe. Ces altérations ont sensiblement

le même aspect, que l'anesthésie soit locale ou générale, produite par la cocaïne ou le chloroforme; elles rétrocèdent quand on cesse de pratiquer l'anesthésie. Leur grand intérêt réside en ce fait que seuls agissent sur la myéline les agents qui modifient l'excitabilité nerveuse.

Ces expériences n'avaient fait l'objet que de notes préliminaires quand la guerre les a interrompues. Nous comptons maintenant les reprendre et les étendre, bien que M. Lapicque ait quitté le Muséum, notamment grâce à la liaison qu'il a eu l'obligeance de me proposer entre nos deux laboratoires, au moyen de ses élèves de la Sorbonne.

Si toutes ces recherches de longue haleine sont consacrées au système nerveux, il en est d'autres, plus éparses, que j'ai poursuivies sur différents chapitres de biologie générale (V). Par exemple, depuis 1903, j'ai passé toutes mes vacances d'été dans des laboratoires maritimes, notamment à Concarneau, où j'ai pu faire de fréquentes observations sur la faune (dont une petite partie seulement a été publiée) et un certain nombre d'expériences.

Une arrivée abondante d'*Acera bullata* m'a fourni l'occasion d'observer la biologie de ce mollusque; une série de visites à l'archipel des Glénans m'a fait décrire les zones biologiques côtières des rochers du large et y signaler un gisement nouveau de *Pollicipes* dans des conditions différentes de celles qu'on connaissait; la capture d'un dauphin m'a permis d'apporter une explication de l'anomalie de poids que présente le cerveau des Cétacés et vraisemblablement de tous les mammifères aquatiques : elle est due à la grosseur de leurs fibres nerveuses, facteur nouveau qui doit intervenir dans le calcul des indices de céphalisation. Le dosage de l'eau et des matières grasses contenues dans les sardines de divers points de nos côtes : Concarneau, Arcachon, Collioure, effectué en même temps que la détermination de leur longueur et de leur âge, pratiquée par L. Fage, nous a révélé un rythme biologique qui semble exister chez beaucoup de poissons migrateurs et avoir un réel intérêt pratique : ces poissons présentent deux saisons biologiques, une période d'été pendant laquelle ils croissent en longueur et en poids, allongent leurs écailles, accumulent de la graisse et perdent de l'eau; un hiver physiologique, où leur masse reste stationnaire, où ils consomment leur réserve graisseuse et s'hydratent de plus en plus. Ces variations jouent vraisemblablement un rôle important dans l'équilibre hydrostatique de ces poissons et par suite dans leurs déplacements saisonniers, dont je poursuis l'étude depuis de nombreuses années.

Le danger des huîtres placées dans des parcs insalubres ayant amené le Sous-Secrétariat d'État des Pêches à constituer une commission d'assainissement, je fus désigné pour en faire partie. J'y aidai M. Fabre-Domergue à créer la stabulation en eau de mer filtrée et imaginai avec lui de nouveaux procédés

d'analyse bactériologique rapide pour le contrôle de la salubrité de ces mollusques vendus à la consommation.

Enfin, l'observation des animaux marins littoraux ayant révélé chez eux une série de rythmes biologiques, j'entrepris d'analyser les variations des divers facteurs qui peuvent intervenir : température, salinité, oxygénation, et j'observai à ce propos un phénomène qui, s'il n'a pas encore reçu d'explication, a du moins été confirmé par divers océanographes : la teneur variable en oxygène de l'eau de mer, qui dépasse en certains cas le coefficient de solubilité de ce gaz, contrairement aux conclusions de Dittmar, de l'expédition du Challenger. Ces données furent utilisées par plusieurs biologistes pour expliquer certains déplacements d'animaux observés par eux.

Le Muséum est naturellement un autre champ très riche ouvert à la curiosité. Avant d'y entrer, j'avais déjà expérimenté sur le nanisme des Lymnées et montré l'influence d'un facteur important, quoique méconnu, l'accumulation des excreta. Mes promenades à travers les galeries, ma vie au cœur de la Ménagerie, me fournirent d'autres sujets d'observation : dans la galerie de paléontologie, je notai différentes particularités biologiques dont une seule a été publiée jusqu'à présent : l'existence de traces fossiles d'autotomie ; dans la Ménagerie, la capture de rats noirs nous permit d'examiner, M. Lapicque et moi, un problème d'hérédité du pelage sur lequel on possédait déjà une note de A. Milne Edwards, datant de quarante ans.

Enfin, abandonnant une fois l'expérience pour la méditation, j'ai exprimé mes idées au sujet des théories de l'évolution.

La guerre a arrêté net tous ces travaux.

Rappelé des armées, au début de 1916, par M. le Ministre de l'Instruction Publique, pour être affecté au laboratoire de physiologie du Muséum devenu laboratoire d'hygiène et biologie de la Direction des Inventions intéressant la Défense Nationale, j'y ai rempli jusqu'à présent les fonctions de chef de laboratoire et y ai effectué un labeur considérable : d'une part, l'examen technique d'inventions nombreuses et variées proposées au Gouvernement pour aider à l'effort de guerre, d'autre part des recherches personnelles sur les questions pratiques, souvent d'extrême urgence, que les événements posaient (VI). C'est ainsi que je collaborai d'abord aux études sur les moyens de protection contre les gaz : étude de la respiration sous l s masques, protection collective dans les abris par adduction d'air filtré, recherche de réactifs détecteurs des différents gaz toxiques. Aucun de ces travaux n'a été publié[1].

1. « Elles sont naturellement inédites, mais nous savons que certaines d'entre elles, importantes, ont été très utiles à la protection de nos soldats. » Ch. Richet, rapport sur le prix Bellion, *C. R. Ac. Sc.*, 2 décembre 1918.

Le développement de la guerre de mines, l'usage d'obus de gros calibres à éclatement retardé, la généralisation de l'emploi des mitrailleuses, puis l'entrée en ligne des chars d'assaut posérent d'une manière aiguë le probléme de l'intoxication par l'oxyde de carbone; je rédigeai pour le Service de Santé deux notices sur le mécanisme de cette intoxication et les moyens d'y remédier, en même temps que j'imaginai un dispositif de traitement collectif qui a été largement utilisé aux armées.

Tôt aprés, les problémes de ravitaillement appelérent toute notre attention; les dangers de la guerre sous-marine restreignaient nos approvisionnements en même temps que notre production nationale diminuait dans d'inquiétantes proportions. Nous fîmes campagne, M. Lapicque et moi, pour le pain à haut blutage[1], en montrant ses avantages (digestibilité élevée, meilleure utilisation du blé), en proposant un moyen d'améliorer ses qualités (pain français à l'eau de chaux), tandis que je fournissais au Service des Fraudes un procédé simple pour dépister les infractions aux lois que pratiquaient certains boulangers.

Le même souci d'utiliser au maximum nos ressources me conduisit, avec le Dr Chevalier, à chercher, par le séchage, un moyen de conservation du poisson, dans les conditions particuliéres et difficiles de ce moment, et, avec le regretté Thevenin, à rédiger une brochure de vulgarisation sur les économies domestiques de combustibles, dont le Musée Pédagogique a tiré une conférence populaire pour les instituteurs[2].

Lorsque la Société de Biologie organisa une commission d'alimentation à l'exemple des académies des autres grands pays alliés, j'en devins le secrétaire et j'y continuai l'action scientifique pour le ravitaillement dont les procés-verbaux que je viens de publier et un volume qui va paraître font foi.

Pendant la derniére année de guerre, le Muséum donna l'hospitalité à un laboratoire de l'armée américaine, celui du service des eaux.

En liaison avec le lieutenant-colonel Bartow, chef de ce service, je collaborai à son organisation, aux armées et à l'intérieur; nous expérimentâmes la valeur d'un nouveau procédé de stérilisation des eaux par le chlore liquide, encore ignoré en France, nous le fîmes connaître, puis nous l'appliquâmes à un grand nombre de villes françaises.

Mes relations avec l'armée américaine s'étendirent au service de « Food Nutrition » et je fus appelé à contribuer utilement à l'organisation des boulangeries de cette armée.

Aujourd'hui, ces travaux d'intérêt pratique immédiat touchent à leur fin.

1. Chaque élévation de 1 pour 100 du taux d'extraction nous assure un million de quintaux de plus.
2. La consommation domestique est d'environ 12 millions de tonnes de houille dont la moitié au moins est gaspillée.

Peut-être ce contact avec les applications ne cessera-t-il pas totalement. En tous cas, je compte reprendre bientôt les recherches de science pure auxquelles je m'étais adonné pendant la paix.

Si l'on ne trouve pas dans cet exposé ces grandes théories, ces vastes synthèses qu'on peut demander à un homme mûr, tout au moins, j'espère qu'on y reconnaîtra les preuves d'une curiosité étendue, un bon sens que je me suis toujours plu à cultiver, l'amour du travail régulier. Quelques-uns des faits que j'ai apportés à la science ont des chances de devenir classiques. Le reste dépend de l'avenir!

Août 1919.

EXPOSÉ ANALYTIQUE

I. — HISTOPHYSIOLOGIE DE LA CELLULE NERVEUSE

Mes recherches sur ce sujet forment une étude complète de la cellule nerveuse. Poursuivies sans arrêt depuis 1905, elles ont été exposées en diverses notes relatives à certains points particuliers et dans un travail d'ensemble paru en 1909.

Si quelques vues de détail ont été discutées par les histologistes, notamment celles relatives aux canalicules, au réseau interne, aux neurofibrilles, sur lesquelles d'ailleurs l'accord n'est pas encore fait, l'ensemble a reçu un accueil favorable.

M. Henneguy, dans le rapport à l'Académie des Sciences pour le prix Lallemand, en dit : « Entreprise sans aucune tendance doctrinale, l'œuvre de M. Legendre se caractérise par la précision des recherches et la rigueur des déductions; elle constitue une mise au point consciencieuse de l'état actuel de nos connaissances sur la cellule nerveuse. »

M. Prenant (*Revue Générale des Sciences*, 15 septembre 1909) en juge ainsi : « L'auteur n'est pas de ces histologistes qui, sans esprit critique aucun, décrivent et tiennent pour dignes d'être relatés tous les aspects qu'ils ont observés.... La première et la seconde partie représentent un exposé très complet et tout à fait à jour de l'état de nos connaissances sur la structure et sur l'histophysiologie normale et pathologique de la cellule nerveuse. On s'instruira beaucoup en les lisant.... Ses conclusions partielles suffiront au lecteur; leur sagesse même est un résultat dans une matière aussi sujette à controverse que la structure de la cellule nerveuse, dans un problème aussi troublé que celui de l'histophysiologie du système nerveux. »

A l'étranger, les appréciations ont été aussi élogieuses. Par exemple, Erhard, au début d'une étude sur la cellule nerveuse (*Archiv für Zellforschung*, 1912),

déclare : « Nun hat aber gerade erst vor 3 Jahren Legendre über die Ganglienzellen der Schnecke eine sehr sorgfältige Arbeit veröffentlicht, die eine ungeheure, weit über die engeren Grenzen des Themas hinausgehende Literaturangabe enthält. Die Lektüre der Arbeit von Legendre ist zur genaueren Kenntnis aller hier einschlägigen Fragen so notwendig, dass ich in vielen Punkten einfach auf sie verweisen kann. Inbesondere glaube ich, mich bei den Literaturangaben auf das notwendigste beschränken zu müssen, um nicht durch abermaliges Zitieren einen grossen Teil seiner Arbeit, nur in andern Worten, nochmals wiederholen zu müssen. »

Prenant comme principal sujet d'étude l'escargot, qui a l'avantage d'avoir certaines cellules nerveuses énormes et d'être encore peu étudié, y ajoutant de nombreuses observations sur d'autres animaux, tant vertébrés qu'invertébrés, j'ai pu faire une mise au point de ce qu'on sait de la cellule nerveuse et y apporter, chemin faisant, plusieurs faits personnels.

Cette étude, surtout critique (**30**)[1], débute par un avant-propos mettant en garde contre les causes d'erreurs les plus communes : erreurs d'observation dues aux artifices produits par les réactifs; erreurs de raisonnement telles que conclusions trop faciles et trop fréquentes à des rapports entre des variations cytologiques et des états physiologiques déterminés, généralisations hâtives, confusion des langages histologique et psychologique. J'ai repris en partie cette question de méthode dans une conférence à l'Institut général psychologique (**43**).

La monographie à laquelle j'ai abouti, très riche en faits, est difficile à présenter d'ensemble. Je me contenterai de signaler les points qui me paraissent les plus intéressants des conclusions auxquelles je suis arrivé.

1. — STRUCTURE DE LA CELLULE NERVEUSE

Les cellules nerveuses ont un volume très variable, sans que celui-ci soit certainement en rapport avec leurs fonctions, leurs connexions, la taille ou le développement psychique de l'animal, ainsi que divers auteurs l'ont soutenu.

Il n'y a jamais d'anastomoses entre les corps cellulaires; les gros prolongements qu'on a décrits comme reliant directement les cellules sont artificiels.

Je ne puis rien préjuger de la terminaison ou des anastomoses des fines ramifications des fibres nerveuses. n'ayant jamais observé aucun fait certain à cet égard.

1. Ces chiffres renvoient à ceux de l'Index chronologique, p. 5 et suivantes.

Le noyau a un volume proportionnel à celui du corps cellulaire. On n'y voit jamais de division. Il est central, sauf dans certaines conditions physiologiques ou pathologiques où il devient excentrique, dans les cellules pyramydales des chiens insomniques par exemple (**19**).

A l'état frais, et même à l'ultramicroscope, il apparaît comme une masse homogéne brillante, dans laquelle on ne distingue que les nucléoles, ce qui laisse dans l'incertitude de savoir s'il n'a aucune structure ou si celles-ci restent invisibles à cause de leurs réfringences peu différentes.

Les méthodes histologiques classiques y montrent : *a*) une membrane qui me paraît continue et ne laissant passer aucune particule figurée, quoi qu'on ait supposé; *b*) un suc nucléaire homogéne et incolorable; *c*) un réseau nucléaire visible seulement aprés certaines fixations, ce qui rend douteuse son existence réelle; *d*) des grains d'une substance qu'on appelle chromatine, bien qu'on ne puisse la définir ni chimiquement, ni par ses affinités tinctoriales; *e*) des nucléoles, entièrement basophiles ou à couronne basophile et centre acidophile, certains vacuolisés; *f*) quelquefois des bâtonnets ou cristalloïdes, que j'ai rencontrés abondants chez des chiens insomniques (**71**).

Le centrosome semble n'exister que chez les embryons et les animaux jeunes; chez l'adulte, je n'en ai jamais vu, je n'ai observé chez l'escargot que des structures pigmentaires trés différentes (**6**, **7**), contrairement à ce qu'en avait dit Mc Clure; mon opinion a d'ailleurs été appuyée depuis par Athias et Cesa-Bianchi.

Le cytoplasma, partie la plus intéressante actuellement de la cellule nerveuse parce qu'on y peut voir le plus de transformations sous l'influence des états physiologiques variés, est un complexe hétérogéne dont on a abordé l'étude, non seulement par l'observation microscopique, mais aussi par la voie spéculative.

J'ai combattu les théories que je considére comme purement verbales, celles des gemmules, des idioblastes, des pangénes, des plasomes, etc., et celle des neurobiones introduite par Cajal en cytologie nerveuse, parce que ne reposant sur aucun fait et étant invérifiables. J'ai montré que les théories microscopiques du protoplasma : fibrillaire, réticulaire, spongieuse, alvéolaire, granulaire, sphérulaire, etc., sont déconcertantes par leur multiplicité.

On a observé et décrit dans les mêmes cellules nerveuses au moins cinq espéces de réseaux : réseau spongioplasmique, réseau neurofibrillaire, réseau canaliculaire de Holmgren, réseau de Golgi, réseau de Kopsch. Dans les mêmes cellules nerveuses, on a logé de nombreuses granulations : chromatophiles, neutrophiles, pigmentaires, bâtonnets, cristalloïdes, sans compter les neurosomes de Held. Il semble difficile d'admettre toutes ces formations dans une même cellule! Il semble surtout impossible de concevoir la coexistence de cinq

réseaux! Comment leurs mailles s'intriqueraient-elles? Quelle place resterait-il pour les grains?

En fait, à l'état frais, de quelque manière qu'on regarde, on ne voit rien sauf le pigment. Dés qu'on emploie les fixateurs habituels, on voit apparaître des structures variées de grains et de réseaux dont il est impossible de connaître actuellement la valeur. Mawas, Mayer et Schaeffer ont montré depuis (*C. R. Soc. Biol.*, 15 décembre 1913) que les méthodes histologiques appliquées au systéme nerveux lui enlévent les 78 à 80 pour 100 d'eau qu'il contient et une grande partie de ses éléments lipoïdes. En particulier, comme pour observer les neurofibrilles,

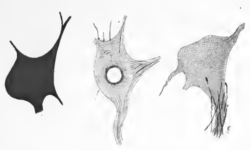


Fig. 1. — Trois aspects de cellules fusiformes des cornes antérieures de la moelle épinière du chien, obtenus par la méthode de Bielschowsky sur une même préparation (*Anat. Anz.*, 1906).

« on a soumis le protoplasma à une précipitation, à une déshydratation et à une extraction, on est en droit de douter de la valeur représentative de ce prétendu squelette ».

Tout en élevant des doutes au sujet de l'existence réelle des réseaux spongioplasmique et neurofibrillaire, j'ai soutenu qu'ils semblent identiques, puisqu'ils présentent les mêmes dispositions concentriques aux surfaces nucléaire et cellulaire et qu'ils apparaissent avec les mêmes fixateurs. J'ai montré que le réseau fibrillaire varie avec les conditions d'imprégnation et notamment avec la distance à la surface du tissu imprégné (**9**). Cette donnée nouvelle a intéressé divers neurologistes, notamment Auerbach, Boule, Joris, etc. A ce propos, j'ai fait connaître pour la première fois en français la méthode de Bielchowsky, que j'ai simplifiée et qui est considérée aujourd'hui comme une méthode de choix pour l'imprégnation des neurofibrilles.

Dans une série de notes (**35**), j'ai indiqué les analogies très grandes du réseau interne de Golgi et de la substance chromatophile : même disposition dans le

corps cellulaire, même disparition par action des alcalis, mêmes réactions à la

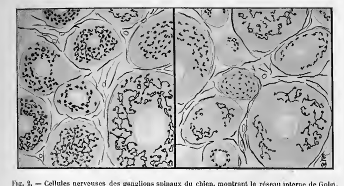


Fig. 2. — Cellules nerveuses des ganglions spinaux du chien, montrant le réseau interne de Golgi. A gauche, ganglion normal ; à droite, ganglion symétrique dont la racine postérieure a été excitée électriquement pendant 35 minutes (*Anat. Anz.*, 1910).

section ou à l'arrachement de la fibre, à son excitation électrique prolongée, à la greffe sous-cutanée. Un tel parallélisme plaide en faveur de leur identité, bien que celle-ci soit encore discutée.

La méthode de Kopsch, qui montre un réseau dans les cellules nerveuses des Vertébrés, ne révèle chez l'escargot que des granulations (**23**) ; j'estime qu'elle indique la présence d'un complexe albumino-graisseux sans fournir de données ni sur sa forme ni sur sa nature exacte.

Fig. 3. — Canalicules de Holmgren résultant de la pénétration des cellules névrogliques *n* dans une cellule nerveuse d'*Helix pomatia* renfermant un corps énigmatique (*Bibl. Anat.*, 1906).

Le réseau canaliculaire de Holmgren, considéré par cet auteur comme nourricier de la cellule, ne m'est apparu que dans des conditions pathologiques et je l'ai interprété comme un phénomène de neurophagie par les cellules névrogliques (**2**, **4**).

La substance chromatophile est invisible *in vivo;* après traitement histologique, elle apparaît sous forme de grains et de blocs situés aux points nodaux du réseau spongioplasmique; ses variations sont les plus intéressantes pour l'histo-physiologie.

Les granulations lipochromes semblent être un produit de déchet qui s'accumule lentement dans la cellule.

Les principales réactions de ces deux structures sont très voisines chez les Vertébrés et les Invertébrés, indiquant une grande analogie de constitution de la cellule nerveuse chez les animaux les plus variés.

Des granulations osmiophiles, fuchsinophiles, érythrophiles, amphophiles, oxyneutrophiles, basophiles, des mitochondries et des neurosomes, décrits dans les cellules nerveuses, on ne peut encore rien dire de précis.

J'ai décrit sous le nom de corps énigmatiques (**8**) des formations particulières, rencontrées rarement dans les cellules nerveuses d'Helix, auxquelles Cesa-Bianchi et Athias ont comparé d'autres structures sphérulaires qu'ils ont observées depuis.

Les cellules nerveuses sont nues et ne montrent aucune enveloppe réticulaire ou membraneuse.

La névroglie est composée de cellules et de fibres (**15**); elle a normalement une fonction de soutien et pathologiquement une fonction de cicatrisation du tissu nerveux; son rôle de destruction des cellules nerveuses lésées est très vraisemblable; ses fonctions isolatrices et antitoxiques sont problématiques; son rôle dans la nutrition et la multiplication des cellules nerveuses n'est pas démontré.

2. — HISTOPHYSIOLOGIE DE LA CELLULE NERVEUSE

L'histophysiologie est immédiatement plus féconde que la cytologie puisqu'elle ne considère que les variations liées à des états physiologiques ou pathologiques et que ses conclusions sont valables, quelles que soient les altérations de forme causées par les méthodes d'examen. Elle est indispensable pour beaucoup de questions que ne pourraient résoudre isolément ni la morphologie, ni la physiologie classique. Toutefois, elle exige une grande rigueur d'observation et de raisonnement, et l'on ne saurait prétendre lier à des modifications de structure visibles tous les phénomènes physiologiques, et encore plus les psychologiques, comme certains l'ont soutenu.

L'examen histologique des cellules nerveuses ne permet pas de constater leurs échanges nutritifs normaux. On ne voit de modifications que dans des états de dénutrition profonde : inanition prolongée, anémie grave, arrêt persistant de

la circulation. Tous ces troubles ne sont pas simplement des états de dénutrition, mais s'accompagnent de beaucoup d'autres réactions mal connues. Les lésions cellulaires sont toujours inégalement réparties dans les différents centres; elles consistent surtout en chromatolyse périnucléaire ou totale, vacuolisation du cytoplasma, parfois en déplacement du noyau et du nucléole; les lésions plus graves sont l'homogénéisation du noyau et la destruction de la cellule. Toutes les structures de la cellule subissent des modifications; on ne saurait donc parler de substances spécialement nutritives ou fonctionnelles.

L'étude du fonctionnement aboutit aux mêmes conclusions : aucune variation pendant l'activité normale, le sommeil naturel et même l'hibernation; modifications seulement après un refroidissement, une asphyxie, une fatigue, une insomnie, une anesthésie prolongés; lésions banales, non spécifiques, de toutes les structures examinées.

5. — HISTOPATHOLOGIE DE LA CELLULE NERVEUSE

Les réactions de la cellule nerveuse aux différents agents pathogènes n'ont également rien de spécifique. Cependant, j'ai pu distinguer trois modes de dégénérescence : une dégénérescence toxique ou inflammatoire caractérisée par la neurophagie, une dégénérescence atrophique sans réaction intense des cellules satellites voisines, une dégénérescence pigmentaire à évolution lente et caractérisée par l'accumulation de granulations lipochromes.

La mort ne se révèle pas histologiquement; seules sont visibles les altérations cadavériques qui apparaissent plus ou moins tard et évoluent vers la destruction et la liquéfaction du tissu nerveux.

4. — THÉORIES RELATIVES A LA CELLULE NERVEUSE

On a émis de nombreuses théories histologiques du fonctionnement du système nerveux : j'ai fait la critique (**16**) de ces théories, tant mécaniques (amoeboïsme, turgescence, plasticité) que physiques (conductibilité électrique). Sans vouloir en proposer une nouvelle, j'ai indiqué les faits qui amèneraient à penser que l'activité de la cellule nerveuse serait corrélative d'une alcalinisation du milieu, la fatigue étant en rapport avec l'acidification. Toutefois, une telle hypothèse serait encore insuffisante.

J'ai exposé et discuté à plusieurs reprises le problème du neurone (**12**), sous ses divers aspects : anatomique, embryologique, physiologique, et la question

des régénérescences nerveuses qui y est liée (27). Cette dernière a pris une grande importance pendant la guerre du fait des nombreuses blessures de nerfs qu'on a observées; je me propose d'y revenir prochainement, puisque les données histophysiologiques sont susceptibles de fournir une base solide à la chirurgie et à la clinique.

II. — HISTOPHYSIOLOGIE DE LA FIBRE NERVEUSE

1. — RAPPORT ENTRE LA GROSSEUR DES FIBRES NERVEUSES ET LEUR RAPIDITÉ FONCTIONNELLE

La fibre nerveuse est un conducteur, mais on ne sait encore ce qu'elle conduit. On a donné le nom vague d'influx nerveux à cette excitation qui se propage de proche en proche d'un bout à l'autre de la fibre nerveuse. On sait seulement que cette transmission se fait dans chaque nerf avec une vitesse particulière, qu'elle se révèle par une variation électrique concomitante, qu'elle peut être provoquée par diverses excitations, notamment par des excitations électriques mesurables, dont M. Lapicque a contribué à préciser l'intensité, la durée et le rythme. Notamment, M. Lapicque a introduit dans la science la notion de chronaxie, durée caractéristique d'excitation de chaque nerf, qui mesure exactement sa rapidité.

Les recherches d'électrophysiologie avaient été généralement conduites sans un souci suffisant des conditions morphologiques de la fibre nerveuse et, de ce fait, les théories de l'influx nerveux et de l'excitation qu'on en avait tirées manquaient de base anatomique.

Associant nos techniques, nous nous proposâmes, M. Lapicque et moi, d'examiner un grand nombre de fibres diverses et d'y chercher si une particularité de structure ne s'y observe pas, qui varierait comme l'excitabilité.

Le simple examen à l'état frais, après dissociation dans l'eau physiologique, sans intervention d'aucun réactif, nous montra un rapport très simple et très apparent qui peut se formuler ainsi : les fibres nerveuses sont d'autant plus grosses qu'elles sont plus rapides (**80**).

Chez la grenouille, par exemple, on obtient :

	Chronaxie (en millièmes de seconde)	Diamètre (en millièmes de millimètre)
Nerf du gastrocnémien	0,3	20
Nerf brachial	0,6	13
Nerf du couturier	1	11
Pneumogastrique (fibres inhibitrices du cœur)	2	7
— (fibres motrices de l'estomac)	20	2

Si, comme M. Perrin l'a suggéré à M. Lapicque, on multiplie la chronaxie par le carré du diamètre, on obtient dans tous ces cas une grandeur constante. La vitesse fonctionnelle des fibres nerveuses est donc proportionnelle à leur section.

Nous étendîmes ces mesures à un grand nombre de fibres de la grenouille,

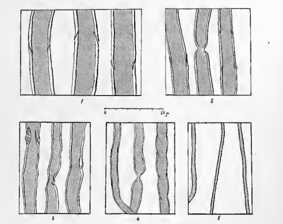


Fig. 4. — Nerfs de la grenouille : 1, nerf du gastrocnémien ; 2, brachial ; 3, couturier ; 4, pneumogastrique ; 5, nerf de l'estomac (*C. R. Ac. Sc.*, 1913).

qui toutes se classent exactement dans le même ordre, qu'on considère leurs chronaxies croissantes ou leurs diamètres décroissants. Nous retrouvâmes le même rapport chez le lapin, entre les fibres qui innervent les muscles rouges rapides et celles des muscles blancs lents (81).

Cette nouvelle notion que nous avons apportée est capitale pour la connais-

sance du fonctionnement nerveux, et devra être à la base de toute nouvelle théorie de l'influx. Elle peut rendre les plus grands services dans les recherches anatomo-physiologiques sur les voies de conduction.

2. — MODE D'ACTION DES ANESTHÉSIQUES

La simple dissociation, suffisante pour mesurer le diamètre des fibres nerveuses, ne l'est plus pour observer les phénomènes qu'y provoquent les agents modificateurs de l'excitabilité.

Pour cette deuxième série de recherches, j'ai dû imaginer une technique plus délicate. Opérant sur la grenouille, on sectionne la peau d'une des pattes postérieures, circulairement, vers le milieu de la jambe; les deux manchons cutanés, incisés, sont retroussés, l'un jusqu'au genou, l'autre jusqu'au pied. On dégage facilement sur une grande longueur, sans les tirailler, le nerf péronier ou le tibial. On sectionne alors toute la jambe, sauf le nerf, près du genou et du talon, et l'on obtient ainsi une préparation du nerf en place, lié à ses centres et à ses terminaisons, normalement excitable (84). On place l'animal sur une planchette, percée d'une fenêtre où s'encastre une lame de verre, le nerf au-dessus de la fenêtre; on recouvre ce dernier avec une lamelle à coins courbés (82) qui forme chambre humide sans le comprimer; on rabat sur les côtés les lambeaux cutanés qu'on avait réservés. Le nerf est alors à l'abri de toute dessiccation, de toute compression, de tout traumatisme. Ce dispositif permet d'observer, dans leur état normal, même à l'immersion, les fibres périphériques par transparence, de conserver le nerf longtemps ainsi dans sa gaine et de faire arriver à son contact les solutions dont on veut étudier l'effet.



Fig. 5. — Dispositif pour l'examen microscopique *in vivo* d'un nerf ayant ses connexions intactes (*C. R. Soc. Biol.*, 1914).

Dans ces conditions, nous avons observé, M. et Mme Lapicque et moi, l'action de diverses substances, et notamment des anesthésiques. L'eau chloroformée, qui augmente la chronaxie, produit la succession des phénomènes sui-

vants : la myéline, normalement peu apparente, devient brillante, ses bords s'accentuent ; puis cette réfringence diminue en même temps que la gaine gonfle, empiète sur le cylindraxe, y pousse des épaississements de plus en plus volumineux et finit par occuper toute sa section en certains points, alors que le nerf est devenu inexcitable. Si l'on cesse de faire circuler l'eau chloroformée et qu'on la remplace par de l'eau physiologique, tout rentre peu à peu dans l'ordre en même temps que l'excitabilité reparaît ; on voit la myéline diminuer et les bosses fondre. Les mêmes phénomènes se répètent quand on fait agir l'eau éthérée ou une solution de chlorhydrate de cocaïne, autres anesthésiques. Le sulfate de strychnine, l'oxalate de sodium, qui provoquent une diminution de la chronaxie, produisent un état brillant de la myéline qui ne gonfle pas. Le curare, le chlorhydrate de solanine, qui ne modifient pas la chronaxie, ne causent aucun changement d'aspect morphologique. Le chlorhydrate de morphine provoque un aspect brillant temporaire ; l'examen électrique a révélé depuis une légère diminution fugace de la chronaxie (**85**).

L'anesthésie générale par le chloroforme montre les mêmes altérations (**89**).

Il y a donc là un parallélisme étroit entre les modifications morphologiques et les variations d'excitabilité que provoquent les poisons nerveux.

Ces faits ayant été mis en doute, nous discutâmes les objections qu'on nous faisait (**86**), présentâmes des photographies de l'évolution du phénomène (**88**) ; finalement, une Commission, désignée par la Société de Biologie sur notre demande, constata sans réserve l'exactitude de notre description.

J'avais en outre fait une tentative pour cinématographier, avec le concours du Dr Comandon, l'altération progressive de la myéline et son retour à la normale. La guerre a interrompu ces essais.

III. — PHYSIOLOGIE DU SOMMEIL

Mon ami Henri Piéron ayant entrepris une vaste enquête sur le problème physiologique du sommeil, dont il a tiré, en 1913, les conclusions en un important volume qui lui a servi de thèse de doctorat ès-sciences, il m'a associé à ses recherches expérimentales sur les causes du sommeil et nous avons ensemble, depuis 1906, effectué une longue série de travaux dont les résultats progressifs ont été successivement publiés.

Empêchant des chiens de dormir pendant plusieurs jours, tout en leur évitant le plus possible la fatigue, nous observâmes tout d'abord des modifications des cellules nerveuses cérébrales en rapport avec l'insomnie (14) : augmentation du volume des cellules et des noyaux, excentricité et multiplicité des nucléoles, vacuolisation, chromatolyse. Ces altérations sont d'autant plus marquées que l'insomnie est poussée plus loin.

Ces modifications sont localisées au cerveau et, dans celui-ci prédominent au niveau de la région préfontale où les grandes pyramidales sont surtout atteintes (28).

Fig. 6. — Aspect d'un chien dormant après une injection dans le 4e ventricule de sérum d'un autre chien insomnique (*Zeitschr. f. allg. Physiol.*, 1912).

Il suffit de laisser dormir les chiens insomniques pour que ces altérations disparaissent totalement en même temps que le besoin de sommeil (18).

Parmi les très nombreuses théories du sommeil, certaines l'attribuent à une action physique des humeurs sur les cellules cérébrales : augmentation de la viscosité du sang ou hypertonie du sang et de la lymphe, qui ralentirait la circulation, accumulerait les résidus du fonctionnement, déshydraterait es cellules.

Nous n'avons observé chez les chiens de nos expériences, aucune augmentation de la densité, de la viscosité et de la tension osmotique du sang, ni de déshydratation du tissu cérébral qui justifient ces hypothèses (41). M. Raphaël Dubois ayant attribué le sommeil quotidien à une autonarcose carbonique, nous avons analysé l'air expiré et la teneur en acide carbonique du sang des chiens insomniques et n'avons pas trouvé de variation systématique des échanges respiratoires en rapport avec le besoin croissant de sommeil (42).

Ces théories éliminées, nous nous sommes assurés que les phénomènes observés par nous ne sont pas dus à la fatigue éprouvée par l'animal pendant sa veille prolongée (57). Pour cela, nous avons examiné les centres nerveux de chiens ayant couru près de 50 kilomètres dans une roue de cloutier, de surmulots ayant tourné dans une roue ou secoués jusqu'à la mort, enfin d'un cerf chassé à courre pendant deux heures à très vive allure. Nous n'y avons pas trouvé de modifications intenses et localisées des cellules nerveuses, comparables à celles de l'insomnie. Nous avons pu en conclure que les lésions provoquées par le manque de sommeil ne sont pas dues à la fatigue musculaire.



Fig. 7. — Une excitation le réveille.

Nous avons alors cherché à définir la cause des modifications cellulaires observées et notamment si elles sont liées au développement d'une substance toxique dans les humeurs (44, 45, 55, 56). Une première série d'expériences, ayant consisté en injections vasculaires, à des chiens normaux, de sang ou de sérum emprunté aux animaux insomniques ne donna pas de résultats d'une suffisante netteté, car les effets de ces injections, qui devaient être massives pour avoir quelque action, entraînèrent bien de la somnolence ; mais, étant donnée la toxicité normale du sérum d'un individu pour un individu différent, on observa des phénomènes de somnolence après injection de liquides d'animaux normaux, d'où une grande difficulté d'interprétation. Néanmoins, l'existence d'une propriété toxique dans le sang des animaux astreints à une veille prolongée se manifesta par des altérations cérébrales qu'on ne retrouvait pas après injection de sang ou de sérum d'animaux normaux.

Les injections intracérébrales, faites après trépanation, ne donnèrent pas de bons résultats : les produits toxiques diffusaient peu et les effets physiologiques :

photophobie et somnolence, paraissaient être surtout des phénomènes de compression; nous renonçâmes rapidement à ce procédé brutal.

Une méthode plus satisfaisante, parce qu'exigeant des quantités très minimes pour l'injection et permettant une action directe des toxines supposées sur les centres nerveux, fut l'injection directe des liquides d'animaux insomniques dans le quatrième ventricule, après simple incision cutanée. Nous injectâmes ainsi du plasma cérébral, du sérum et du liquide céphalo-rachidien. Les résultats furent d'une grande netteté : au bout d'une demi-heure environ, on observe un engourdissement progressif auquel l'animal cherche d'abord à résister; ses membres fléchissent par moment et il se ressaisit de façon passagère; les yeux ne peuvent rester ouverts; l'attention ne se fixe plus; des réponses ne se produisent plus qu'aux excitations de très grandes intensités; il s'endort. Le liquide céphalo-rachidien est le plus actif. Les mêmes injections faites avec des liquides empruntés à un chien normal ne provoquent rien de tel. Histologiquement, on observe les altérations cellulaires caractéristiques de l'insomnie, dont l'intensité est en rapport avec celle des phénomènes physiologiques.



Fig. 8. — Lâché, il continue de dormir, couché sur le côté.

M. Lapicque qui a assisté à quelques-unes de ces expériences a témoigné (*Revue générale des Sciences*, 30 janvier 1914) « sur la somnolence bien caractérisée qui se manifeste après injection de l'hypnotoxine de MM. Piéron et Legendre. »

C'était là un résultat nouveau et important.

Restait à préciser les caractères de cette « hypnotoxine » engendrée au cours de la veille prolongée. Une nouvelle série d'expériences (**66**, **67**, **68**) nous montra que l'action hypnotoxique du liquide céphalo-rachidien des chiens insomniques disparaît après chauffage à 65°; qu'elle ne se retrouve pas dans les produits de dialyse ou de filtration à travers des sacs de collodion; qu'elle est détruite par un barbotage prolongé d'oxygène; qu'elle se retrouve dans la partie du sérum insoluble dans l'alcool et soluble dans l'eau distillée. Le besoin impérieux de sommeil consécutif à une veille exagérée est donc le résultat, non d'un épuise-

ment, mais bien d'une intoxication cérébrale par un produit de déchet dont nous avons pu montrer les caractères et les effets.

Nous réunîmes tous les protocoles de nos expériences dans un mémoire détaillé (74) et je profitai de ces longues recherches pour exposer l'ensemble du problème du sommeil et la contribution que nous y avions apportée dans une conférence du Muséum (58) que la Smithsonian Institution publia dans ses Reports (75).

L'Académie des Sciences récompensa d'une partie du prix Lallemand l'exposé de nos travaux sur un rapport de M. Dastre qui disait : « Que pourrait-on demander de plus pour attribuer une valeur définitive à ces résultats ? »

IV. — SURVIE HORS DE L'ORGANISME DES CELLULES NERVEUSES DES GANGLIONS SPINAUX

Les recherches de Nageotte sur le tabès, celles de Nageotte et de Marinesco sur les transplantations de ganglions spinaux avaient montré que les cellules nerveuses de ces derniers peuvent survivre après la section de toutes leurs connexions, tant vasculaires que nerveuses. J'eus l'idée (**38**) d'essayer, avec le

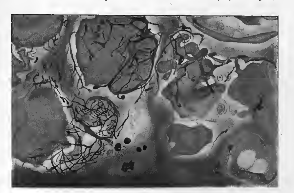


Fig. 9. — Partie périphérique d'un ganglion spinal de chien conservé 24 heures hors de l'organisme. A droite, cellule à masses protoplasmiques nées du glomérule; en haut, cellule à peloton péricellulaire; en bas, à gauche, cellule à arborisations périglomérulaires (*Anat. Anz.*, 1911).

concours du Dr H. Minot, de conserver des ganglions spinaux de chien aseptiquement, hors de l'organisme, dans le sang du même animal, dans le but d'être maître d'un certain nombre de facteurs et d'étudier leur action sur les conditions de vie de la cellule nerveuse.

Les ganglions placés à l'étuve à 39 degrés, dans du sang défibriné stérile traversé par un courant d'oxygène, restent sans changement marqué jusque vers la huitième heure, après quoi les cellules du centre perdent leur substance chromatophile, tandis que celles de la périphérie présentent des réactions plus variées : les unes sont attaquées par les cellules névrogliques, d'autres restent intactes ou montrent leur substance chromatophile finement granuleuse ou homogène. Les polynucléaires du sang se concentrent sur et dans la gaine conjonctive (**39**).

Puis apparaissent, dans certaines cellules de la surface, des réactions rapides et intenses : lobulation du corps protoplasmique, formation de nouvelles fibres qui se disposent en lacis ou en pelotons, arborisations variées (**52**). Ces nouvelles formations, très abondantes après 24 heures, changent d'aspect le deuxième jour; elles diminuent ensuite d'importance et deviennent rares le quatrième. Outre leur intérêt morphologique, elles montrent que, contrairement à l'opinion courante, les cellules nerveuses ne sont pas d'une fragilité extrême, puisqu'elles peuvent survivre 4 jours à leur séparation de l'organisme, prouvant leur vitalité par la production de nouveaux prolongements.



Fig. 10 — Cellule d'un ganglion spinal de chien conservé à 39°, hors de l'organisme, dans du sang défibriné. Lobulations du corps cellulaire et masses protoplasmiques nées du glomérule (*Anat. Anz.*, 1911).

En diluant le milieu de conservation (**40**), on constate que l'addition au sang d'un tiers d'eau n'a pas d'influence marquée sur la survie, tandis que les additions plus grandes empêchent toutes néoformations. Dans le mélange à parties égales de sang et d'eau, l'altération commence vers la quatrième heure, puis progresse rapidement; après huit à dix heures, toutes les cellules sont atteintes. Dans le mélange du sang avec le triple d'eau, des altérations semblables (déformation, vacuolisation, homogénéisation de la substance chromatophile) se produisent en deux heures. Elles ont lieu en une heure dans l'eau pure.

La température a une grande influence sur ces phénomènes de survie (**51**, **60**). A 15-20 degrés, les cellules réagissent peu et conservent jusqu'au quatrième jour leur aspect morphologique normal. A 0°, elles se conservent également, mais, semble-t-il, moins longtemps et d'une manière moins parfaite. Magitot a montré

peu après, pour la cornée, que la température optima est comprise entre + 4 et + 7 degrés. Les ganglions conservés à la température du laboratoire jusqu'au quatrième jour gardent le pouvoir de réagir vivement quand on les replace à la température du corps et subissent alors les mêmes transformations que ceux placés à 39 degrés aussitôt après leur prélèvement.

Le barbotage (**59**) a une influence favorable sur la survie, mais cette action est purement mécanique, empêchant l'accumulation autour des ganglions des produits de déchet, puisque l'activité des cellules est la même, qu'on fasse barboter dans le milieu de l'oxygène, de l'azote ou de l'ac'de carbonique.

J'essayai ensuite de conserver les mêmes cellules dans des milieux artificiels chimiquement définis (**78**). La solution de chlorure de sodium, le liquide de Ringer, le liquide de Locke ne sont pas suffisants pour remplacer le sang défibriné. Les solutions équimoléculaires de chlorures univalents sont incapables d'empêcher la chromatolyse que les chlorures bivalents arrêtent totalement, indication utilisable en technique histologique; mais aucun de ces sels ne provoque la formation de nouveaux prolongements.

L'ensemble de ces notes précise les meilleures conditions physiques à réaliser pour la survie du tissu nerveux.

MM. Marinesco et Minea ayant répété ces expériences en se servant, non plus de sang défibriné, mais de plasma, et ayant qualifié les phénomènes observés « culture », M. Henneguy rectifia (**73**) cette expression inexacte.

Depuis 1910, les recherches sur la survie et la culture des cellules et des tissus se sont multipliées, grâce notamment aux travaux de Harrison, Burrows, Carrel, Magitot, Champy, etc. J'ai rassemblé tout ce qu'on en sait et exprimé les espoirs qu'elles ouvrent dans un article de revue (**61**) puis dans une conférence du Muséum (**77**) que la Smithsonian Institution a bien voulu traduire et reproduire dans ses Reports (**79**).

V. — BIOLOGIE GÉNÉRALE

1. — NOTES BIOLOGIQUES SUR ACERA BULLATA MULL (3).

On ne possédait sur les mœurs de l'Acère que les travaux de Meyer et Möbius et de Guiart. L'apparition d'un grand nombre d'individus dans un des bassins du laboratoire de Concarneau me permit de reprendre et de compléter cette étude. J'observai notamment l'accouplement et la ponte et notai divers détails relatifs à l'habitat, aux modes de locomotion, etc. Ces observations ont été utilisées et reproduites en partie par R. Perrier et H. Fischer (Cavité palléale chez les Bulléens, *Ann. des Sc. nat.*, *Zool.*, 9e série, t. XIV, 1911).

2. — NANISME EXPÉRIMENTAL (20, 25).

C'est un fait connu depuis longtemps que les animaux des petits étangs et des petites rivières sont généralement de moins grande taille que leurs congénères qui habitent des milieux semblables, mais offrant plus d'espace. Semper, puis de Varigny ont montré que ce nanisme n'est pas dû uniquement à un manque de nourriture, sans toutefois mettre en évidence le facteur principal. Expérimentant sur des Lymnées et des Planorbes, je montrai que les deux moitiés d'une même ponte ou deux animaux de même taille étant élevés dans des conditions identiques, sauf que l'eau d'un des vases est renouvelée régulièrement, on observe toujours une croissance plus grande dans ce dernier cas. De même, quand on renouvelle fréquemment l'eau, on n'observe plus de nanisme, même si le volume et la surface du milieu sont réduits et s'il est surpeuplé. Rapprochant ces expériences des faits déjà connus à propos des Protozoaires et des larves d'Échinodermes, j'en conclus que l'influence du volume, de la surface, du nombre se ramènent à une action chimique, celle des excreta qui limitent la croissance.

Plusieurs travaux concluant dans le même sens ont vu le jour depuis et étendu à divers groupes d'animaux cette notion d'auto-limitation par les excreta.

5 — FAUNE DES ROCHES DU LARGE DE L'ARCHIPEL DES GLÉNANS (31).

De nombreuses visites à l'archipel des Glénans, situé au large de la côte



Fig. 11. — Les *Pollicipes* sur les rochers du large des Glénans (*La Nature*, 1913).

sud du Finistère, m'ont amené, en collaboration avec Guérin Ganivet, à décrire



Fig. 12. — Disposition des zones littorales sur Laon Egenn Hir, au large des Glénans. Vue prise à mer basse, les Laminaires découvertes (*La Nature*, 1913).

6

la distribution des zones littorales sur les rochers exposés au large, à y signaler l'existence de gisements importants de *Pollicipes* non encore indiqués et à faire remarquer l'abondance de ces Cirrhipèdes en plein soleil, alors qu'on admettait qu'ils ne vivent que dans les fentes obscures.

Des photographies montrant l'aspect de ces rochers ont paru dans *La Nature* du 28 juin 1913.

4. — NOTES SUR LE SYSTÈME NERVEUX D'UN DAUPHIN (65).

On a cherché divers rapports entre le poids de l'encéphale et celui du corps. Leur simple quotient, établi par Cuvier, donne un nombre d'autant plus petit que l'animal est plus gros, tandis que la formule de Dubois ($e : p^{0,56}$) donne des résultats plus satisfaisants. Toutefois, elle conduit pour certaines espèces à des données manifestement inexactes. Par exemple, les Cétacés, et en général les Mammifères aquatiques, ont ainsi des coefficients céphaliques énormes qui les séparent des formes terrestres les plus voisines et les placent au sommet de l'échelle des Mammifères, pour certains même avant les Singes anthropoïdes. M. Lapicque, qui s'est beaucoup occupé de cette question, m'ayant signalé l'anomalie des Cétacés, je profitai de la capture d'un Dauphin (*Delphinus delphis*) adulte pour examiner ses centres nerveux, et je vis que les fibres myéliniques y sont beaucoup plus grosses que chez les Mammifères terrestres.

Il y a de ce fait une nouvelle correction à apporter au coefficient céphalique de Dubois.

L'examen histologique auquel je me livrai me permit de faire quelques autres observations sur la structure histologique des différents centres, au sujet desquels nous n'avions que des renseignements rares, incomplets et anciens.

5. — TRACES FOSSILES D'AUTOTOMIE (29, 69).

La galerie de paléontologie du Muséum et d'autres grandes collections scientifiques parisiennes conservent des pinces d'un Crustacé de l'époque secondaire, *Callianassa Faujasi*, de la craie tuffeau de Maestricht, toutes limitées au point d'autotomie. On sait que l'espèce actuelle voisine, *C. subterranea* autotomise très facilement ses pinces. Nous avons encore retrouvé, Cardot

et moi, les mêmes traces chez 5 autres espèces de Callianasses fossiles moins anciennes. C'est là un rare exemple de fossilisation d'un phénomène

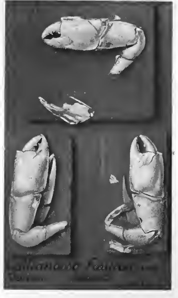


Fig. 13. — Traces d'autotomie chez *Callianassa Faujasi* des collections du Muséum (*La Nature*, 1912)

biologique chez des espèces disparues, et cette observation donne vraisemblablement l'explication du fait que seules les pinces isolées de ces animaux sont très abondantes.

6. — TENEUR EN ACIDE CARBONIQUE DE L'AIR MARIN (**11**, **24**).

On sait que la mer est considérée, depuis Schloesing, comme le principal régulateur de la teneur en acide carbonique de l'atmosphère. Il a expliqué la teneur constante de 3 dix-millièmes de ce gaz par l'équilibre qui s'établit

sans cesse à la surface des océans entre l'acide carbonique libre de l'air et les carbonates alcalins de l'eau de mer. Liés à cette régulation chimique, il est divers facteurs biologiques très actifs, qui n'ont pas encore été abordés expérimentalement, entre autres l'assimilation chlorophyllienne des algues et du phytoplancton et la fixation de carbonate de chaux insoluble dans le squelette de nombreux animaux (Mollusques, Crustacés, Foraminifères, etc.).

C'est dans le but d'ouvrir cette question, et à titre préliminaire, que je déterminai la teneur en acide carbonique de l'air marin. Je la trouvai, tant au bord de la mer qu'au large de toute la côte sud de Bretagne, toujours égale à la moyenne générale de 3 dix-millièmes. Depuis la publication de ces notes, j'ai cherché à mesurer l'acide carbonique de l'eau de mer et à me rendre compte de la grandeur de l'assimilation chlorophyllienne des algues, mais je n'ai encore obtenu sur ces difficiles questions que des indications fragmentaires dont rien n'a été publié.

7. — CONDITIONS DE VIE DES ANIMAUX LITTORAUX (21, 22, 24, 32, 33, 34, 72).

Le milieu marin littoral est un des plus intéressants pour le biologiste, tant par la richesse que par la diversité de sa faune et de sa flore. Les êtres qui l'habitent ont été fort observés, à cause de la facilité de leur capture et de la possibilité de les garder en aquarium. On a ainsi découvert des rythmes variés, quotidiens, de marée, chez de nombreuses espèces : *Pleurosigma aestuarii*, Noctiluque, *Convoluta*, Actinies, *Hediste*, *Harpacticus*, Littorines, etc. Des débats s'engagèrent sur les causes de ces tropismes, rythmes, réactions psycho-physiologiques, etc., au cours desquels je m'aperçus qu'il manquait à ces observations des données précises sur les variations du milieu lui-même, qui se trouve être des plus complexes et changeants. C'est pour remédier à cette lacune que j'entrepris l'analyse des divers facteurs physiques et chimiques qui interviennent dans ce milieu spécial.

Pendant les étés de 1907 et 1908 à Concarneau, puis pendant l'été de 1909 à Arcachon, je suivis à maintes reprises, heure par heure, pendant 24 heures, par grande marée et par morte-eau, par le soleil et par la pluie, par houle et par mer calme, les variations de température, de densité et d'oxygénation de l'eau prise à la côte ; je suivis jour par jour, d'une grande marée à l'autre, l'eau des mares supralittorales à *Harpacticus* dont l'eau s'évapore progressivement. La comparaison des résultats obtenus dans des conditions très variées, en deux points aussi différents que Concarneau, côte rocheuse à faune et flore très abondantes,

et Arcachon, côte sablonneuse, eaux saumâtres, faune et flore relativement pauvres, me permit d'établir les données suivantes :

1° Les variations de température ont un rythme journalier, faiblement influencé en certains points par le rythme des marées. La grandeur de ces varia-

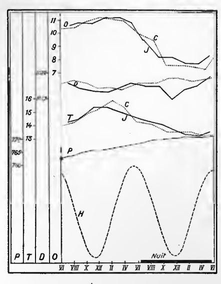


Fig. 14. — Variations horaires de teneur en oxygène O, de densité D et de température T de l'eau de la côte prise à Concarneau à la jetée J et à la cale C, le 12 septembre 1908, pendant une grande marée H (*Bull. de l'Inst. Océanogr.*, 1909).

tions est en rapport avec la nature de la côte, faible à Concarneau, considérable à Arcachon.

2° Les variations de densité ont un rythme de marée. Leur amplitude dépend en partie du régime saumâtre des caux.

3° Les variations d'oxygénation ont un rythme journalier. Elles sont en rapport avec la richesse de la faune et de la flore littorales.

Ces données, notamment celles sur l'oyygénation, ont été reprises par Bohn et par Piéron, pour expliquer les mouvements de l'*Actinia equina*, et par Roule

à propos des migrations de certains poissons. Je m'en suis servi, et aussi de quelques essais non publiés sur l'alcalinité et la matière organique de l'eau de mer, pour montrer, dans une conférence à l'Institut général psychologique, que plutôt que de se livrer à de vaines discussions sur la psychologie inconnaissable des animaux inférieurs, il serait préférable de les observer dans des milieux naturels bien définis ou d'étudier l'influence sur eux des variations expérimentales de l'entourage. La vie des animaux littoraux est conditionnée par un très grand nombre de facteurs qui réagissent les uns sur les autres dans une extrême complexité. J'ai indiqué les quelques méthodes déjà essayées et les rares résultats obtenus dans cette voie nouvelle que j'estime devoir être fructueuse pour la détermination des conditions de vie.

Au cours de ces recherches, j'ai dû choisir une méthode de dosage rapide de l'oxygène dissous; j'ai employé celle d'Albert Lévy et Marboutin qui n'avait jamais servi et qui mériterait d'être utilisée autant que celle de Winkler.

Les résultats que j'en ai obtenus ont montré que, quel que soit l'état d'agitation de la mer, on n'observe jamais la saturation exacte de l'eau qu'avait admise Dittmar, lors de l'expédition du Challenger, et qui avait paru si évidente qu'on se contentait, pour connaître l'oxygénation, de chercher dans des tables de solubilité le nombre correspondant à la température et à la salinité.

En réalité, l'eau de la côte présente la nuit une teneur en oxygène inférieure au coefficient de solubilité, même par houle ou clapotis, ce qui est après tout explicable par la respiration des êtres vivants du fond, très nombreux et peu éloignés de la surface. Mais, l'après-midi, et surtout pendant les jours ensoleillés, cette teneur dépasse le coefficient de solubilité, sous l'influence de l'assimilation chlorophyllienne, sans que j'aie pu en trouver d'explication satisfaisante. Cette sursaturation a été observée depuis, notamment par Birge et Juday (1911) dans les lacs du Wisconsin, et par J. P. Jacobsen (1912), lors de l'expédition océanographique danoise dirigée per Johs. Schmidt en Méditerranée. Jacobsen dit de mes expériences : « It is of great interest to examine the results arrived at by Legendre..... It seems in any case as if the variations of the amount of oxygen in the surface-water far exceed the fluctuations which might be due to purely physical causes. »

8. — TENEUR DES SARDINES EN EAU ET EN MATIÈRES GRASSES (83).

Pendant dix ans, j'ai accompagné M. Fabre-Domergue, Inspecteur général des pêches maritimes, dans de nombreuses recherches et missions relatives à la

crise sardiniére. J'ai assisté à des essais variés de rogues et de filets. Me basant sur les théories en cours, j'ai cherché, sans succès, dans les conditions météorologiques et dans les variations de température de l'eau de mer les causes de l'apparition des bancs de sardines.

Des faits plus précis ont été rassemblés en déterminant, avec L. Fage, sur des sardines de diverses provenances (Concarneau, Arcachon, Collioure) prises à différentes époques de l'année, l'âge (par les stries des écailles), la longueur, le poids, la teneur en eau et en matières grasses. La guerre a arrêté ces recherches dont nous comptons publier bientôt les résultats détaillés, mais nous avions pu signaler déjà deux points particuliers :

1° En additionnant le pourcentage d'eau et celui de matières grasses, on obtient toujours un nombre sensiblement constant : 78 pour 100 du poids du corps. Pendant l'été, la teneur en eau diminue alors que la teneur en graisse augmente; l'inverse se produit pendant la mauvaise saison. Pendant l'été, on observe un accroissement en longueur et en poids et la formation des stries au bord des écailles: pendant l'hiver, la longueur reste constante et les écailles ne se bordent que d'un mince anneau clair. Les sardines présentent donc deux saisons physiologiques, comparables à celles qu'ont décrites Hjort et Lea chez le hareng et Sund chez l'anchois, et qu'on découvre dans les analyses plus anciennes d'Atwater. Ce rythme semble général chez les poissons à déplacements saisonniers.

2° Les variations inverses de l'eau et des matières grasses influent sur le poids spécifique des poissons. Or, ceux pour lesquels nous possédons ces renseignements vivent l'été en surface et sont alors riches en graisse; ils vivent l'hiver en profondeur et sont alors riches en eau. Ces faits, rapprochés des analyses de Polimanti sur les poissons de la baie de Naples qui montrent une forte teneur en graisse des poissons de surface et une grande richesse en eau des poissons de fond, donnent à penser que l'aptitude à flotter est en relation étroite avec les variations du poids spécifique.

9. — LES RATS NOIRS DU MUSÉUM (63).

Les rats sont un des exemples les plus étudiés et les plus souvent cités, depuis Darwin, de la lutte pour l'existence entre espèces voisines. L'abondance des rats dans la Ménagerie du Muséum nous fit remarquer, M. Lapicque et moi, la présence d'individus noirs vivant au milieu des gris. La capture d'animaux des deux pelages nous montra que la variation de couleur est nettement tranchée, que les noirs n'existent qu'en proportion assez faible, un quinzième environ, que

les gris et les noirs sont d'une seule lignée, se rencontrant dans une même nichée, que les divers individus ne présentent aucune différence anatomique quand on les mesure sur le vivant ou sur le squelette. En 1872, A. Milne Edwards avait déjà observé au Muséum les mêmes cas de mélanisme, mais plus fréquents, puisqu'il les estimait à un cinquième, et avait signalé l'apparition des individus noirs comme remontant à vingt ans auparavant.

Nous basant sur cette intéressante observation datant de quarante ans, nous supposâmes que le type noir est en régression sans que l'on puisse faire intervenir la sélection dans sa diminution progressive.

Notre communication suscita des observations concordantes de M. X. Raspail et servit d'argument à M. Rabaud pour montrer (1918) que la sélection par la lutte ne peut à elle seule expliquer la disparition des espèces.

10. — A PROPOS DES THÉORIES DE L'ÉVOLUTION (37).

A propos de l'apparition d'un livre de Delage et Goldsmith sur les théories de l'évolution où l'on trouve exposées les diverses théories émises jusqu'à ce jour, j'ai rappelé qu'elles ne sont en réalité que des théories de l'hérédité ou de la variation par action du milieu, sans qu'aucune aborde le véritable problème, celui de l'évolution dans un sens déterminé. Les premières sont purement verbales, les secondes ne sont que des hypothèses de travail.

« Pour être valable, une théorie de l'évolution devrait tenir compte des trois constatations suivantes :

« 1° Des variations des êtres, partie actuellement scientifique du problème, à laquelle nous devons consacrer tous nos efforts, mais dont la solution est fort lointaine si même elle ne doit pas reculer indéfiniment;

« 2° De leurs ressemblances, explicables en partie peut-être par la persistance des caractères acquis et dans ces limites offrant prise à la recherche scientifique, mais inexplicables aujourd'hui dans leur ensemble;

« 3° De la loi qui régit les ressemblances et les dissemblances, l'hérédité et les variations, de cette loi inconnue, qu'on la nomme évolution, progrès, tendance, qu'on la considère comme celle de l'évolution des êtres seuls ou du monde entier y compris les êtres vivants. Cette loi de synthèse, qui concilierait les deux antinomies de la ressemblance et de la variation, qui expliquerait leurs rapports et leur valeur respective, celle-là seule serait la vraie loi de l'évolution. Mais qui ne sent qu'elle dépasse notre puissance de recherche, qu'elle n'est qu'une nécessité de notre conscience, que nous ne pourrons jamais l'atteindre. »

VI. — PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — HYGIÈNE
TRAVAUX DE GUERRE

I. — EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE DES HUITRES (46, 49, 53).

En 1909, je fis partie d'une Commission nommée par le Sous-Secrétaire d'État à la Marine pour étudier les moyens propres à améliorer la situation sanitaire des établissements ostréicoles dont se plaignaient à la fois le public et les ostréiculteurs. M. Fabre-Domergue y présenta un nouveau moyen d'épuration des mollusques comestibles, la stabulation en eau de mer filtrée, dont les essais préliminaires avaient été effectués au laboratoire de Concarneau, et auxquels j'avais aidé. La vérification de l'efficacité de la stabulation, effectuée conjointement par la Commission et le Syndicat général de l'Ostréiculture exigeait des analyses bactériologiques fréquentes; la création proposée d'un service de surveillance sanitaire des concessions ostréicoles obligerait à des prélèvements dans les parcs mêmes; enfin, le contrôle de la vente des huîtres stabulées nécessiterait une méthode très rapide donnant des résultats avant que les coquillages soient altérés. Or, l'eau de mer, si elle n'est pas assez salée pour arrêter tout développement du colibacille, l'est suffisamment pour ralentir et diminuer les cultures à tel point que les procédés classiques de recherche perdent la sensibilité et la rapidité qui les rendaient utilisables.

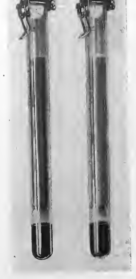


Fig. 15. — Tube de Fabre-Domergue et Legendre pour cultures anaérobies. — A gauche, milieu pour la recherche du *B. coli* dans les eaux et les huitres. A droite, caractères d'une culture de 24 heures (*La Nature*, 1912).

Nous imaginâmes donc, M. Fabre-Domergue et moi, un nouveau procédé de recherche du B. coli dans les eaux de mer et dans les huîtres par cultures rapides et anaérobies. Le milieu choisi donne en une seule culture la plupart des caractères du colibacille : développement à 41-42°, en milieu phéniqué, fermentation du glucose, fluorescence du rouge neutre, anaérobiose. Il fournit donc en 24 heures une réponse très complète, sans pratiquer de réensemencements. La réaction du rouge neutre n'étant constante qu'en l'absence d'oxygène, nous construisîmes un tube spécial pour cultures anaérobies, qui simplifie beaucoup les manipulations et a d'ailleurs servi depuis à de nombreux expérimentateurs.

Notre méthode fut appliquée, notamment par M. Godard, à la recherche du degré de pollution des huîtres vendues sur le marché de Paris (thèse de doctorat en médecine, Paris, 1915).

2. — CHLORATION DE L'EAU (**99, 101**).

En collaboration avec le Lieutenant-Colonel Bartow, de l'armée américaine, j'ai installé pour la première fois en France un appareil de stérilisation de l'eau par le chlore liquide. Nous avons contrôlé bactériologiquement son bon fonctionnement, puis fait connaître cette nouvelle méthode et les résultats déjà obtenus aux États-Unis.

Depuis la publication de notre étude, l'eau d'un grand nombre de villes françaises, dont beaucoup ne possédaient aucun moyen de purification, a été traitée par le chlore liquide, soit pour les besoins de l'armée américaine, soit pour divers services français.

Il suffit de citer Brest, Saint-Nazaire, La Rochelle, La Pallice, Bassens, Périgueux, Dijon, Tours, Blois, Le Mans, etc., où séjournèrent des troupes des États-Unis, Boulogne-sur-Mer, base anglaise, Roanne, dont j'ai chloré les eaux destinées à l'arsenal, Dakar, etc.

La chloration, introduite par nous en France, est actuellement en voie de large extension.

3. — TRAITEMENT DE L'INTOXICATION OXYCARBONÉE (**91, 95**).

La première notice sur la thérapeutique des intoxications par les gaz, publiée en 1916 par le Ministère de la Guerre, n'avait pas prévu le traitement des accidents causés par l'oxyde de carbone. Cependant, ceux-ci devinrent rapidement fréquents. En effet, l'explosion d'un kilogramme d'explosif, de tolite entre autres,

dégage de 600 à 800 litres d'oxyde de carbone; quand elle se produit dans un espace clos (guerre de mines, obus à éclatement retardé), on observe de véritables injections d'oxyde de carbone dans les abris voisins.

De même, la combustion des poudres produit des quantités appréciables d'oxyde de carbone qui s'accumulent quand on tire dans un abri de mitrailleuses ou un char d'assaut. Les dangers de cette intoxication sont d'autant plus graves que l'oxyde ce carbone n'a pas d'odeur et ne se révèle pas directement. Ils furent assez gênants pour qu'on nous ait envoyés en mission, M. Lapicque et moi, étudier cette question dans les chars d'assaut.

Je remédiai à la lacune des instructions existantes en rédigeant une notice que le Service de Santé publia et distribua aux armées.

J'y fis connaître le mécanisme de l'intoxication oxycarbonée, bien étudié au laboratoire de physiologie du Muséum avant la guerre, par Gréhant et Nicloux, et notamment la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée par l'oxygène, base du seul traitement efficace, encore ignorée de la plupart des médecins.

Pour faire respirer un milieu suroxygéné, on ne disposait dans les formations du Service de Santé que du procédé classique qui consiste à mettre devant ou dans la bouche une tétine très étroite en relation par un tube long et étroit avec un sac en caoutchouc plein d'oxygène. Ce moyen est tout à fait insuffisant : réserve d'oxygène trop petite, résistance trop grande du tube de dégagement, perte presque totale du gaz thérapeutique qui ne parvient qu'en infime proportion daas les voies respiratoires; il exige un grand nombre de sacs de caoutchouc d'entretien difficile dans les conditions de guerre et un personnel infirmier nombreux.

Je préconisai des dispositifs plus pratiques d'administration d'oxygène, pouvant être réalisés en grande partie par les moyens dont on dispose sur place : pour le traitement individuel, l'utilisation des cartouches d'oxylithe; pour le traitement collectif, l'usage direct des cylindres d'oxygène comprimé munis d'un distributeur multiple permettant de traiter en même temps 12 ou 16 malades; comme chambre à gaz, le masque filtrant qui a l'avantage d'éviter tout accident de compression ou d'asphyxie en cas de manque de surveillance. Les appareils nécessaires furent construits par les soins du Service de Santé et mis en usage — sous mon nom — dans toutes les armées.

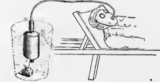


Fig. 16. — Utilisation des cartouches d'oxylithe pour le traitement des intoxiqués par l'oxyde de carbone (*Communications techniques du service de santé*, 1917).

Les manœuvres de respiration artificielle étant souvent le complément indispensable du traitement par l'oxygène, et les méthodes enseignées aux brancardiers et infirmiers étant pénibles et même parfois impraticables faute d'espace dans les abris et postes de secours, je recommandai, dans une deuxième notice, la méthode de Schaefer, à peu près inconnue dans les formations sanitaires.

Fig. 17. — Dispositif de traitement individuel par l'oxygène.

Ces notions sont devenues classiques aux armées. La méthode de Schæfer a été décrite d'après ma notice dans le nouveau manuel du brancardier publié par le Ministère de la Guerre, et les notions pour le traitement de l'intoxication par l'oxyde de carbone ont trouvé place dans la notice clinique publiée par le Service de Santé en 1918. On y peut lire : « Les principes d'une thérapeutique rationnelle seront donc d'amener au contact du sang de l'oxygène pur. La pratique montre que cette thérapeutique est réalisable et donne des résultats constants. On peut, comme procédé de fortune, employer

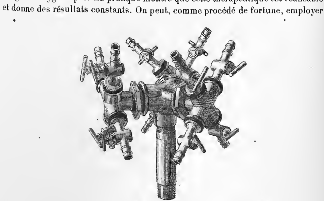


Fig. 18. — Distributeur se fixant sur le cylindre d'oxygène pour le traitement collectif des intoxiqués par l'oxyde de carbone.

le masque M2 traversé par le tube du récipient d'oxygène. Le procédé de choix pour la respiration artificielle est le procédé Schæfer. »

Au cours des expériences physiologiques réalisées sur des animaux variés

pour la mise au point de la méthode de traitement par l'oxygéne, j'ai pu mesurer les vitesses d'empoisonnement par l'oxyde de carbone et en tirer diverses conclusions sur l'intensité des échanges chez différentes espéces animales que je compte compléter et publier bientôt.

4. — LA QUESTION DU PAIN : LE PAIN FRANÇAIS (**92, 93, 94, 96, 97**).

Outre l'examen de diverses propositions relatives à la meilleure utilisation du blé, et notamment des procédés Fruges et Pointe de panification sans mouture, mes travaux personnels relatifs au pain peuvent se grouper en trois paragraphes.

I. — La diminution de notre production et les difficultés croissantes d'importation rendirent notre ravitaillement en blé plus difficile et obligérent à prescrire des taux d'extraction de plus en plus élevés. Pour assurer la soudure des récoltes de 1916 et 1917, un décret du 3 mai 1917 obligea d'extraire au moins 85 pour 100 de farine du blé, quelle que soit sa qualité. Le pain obtenu devint moins agréable au goût et souleva de nombreuses plaintes. Je remarquai que les recoupettes et les petits sons qu'on devait ajouter à la farine blanche pour atteindre le taux d'extraction légal sont naturellement acides; qu'ils fermentent rapidement en dégageant une odeur repoussante, dés qu'on les mouille, même en présence d'un antiseptique; les alcalis les font virer au jaune citron et empêchent cette fermentation ; les recoupettes virées ont en même temps perdu presque toute leur action nocive sur la panification. Nous entreprîmes, M. Lapicque et moi, des essais de boulangerie, soit avec des recoupettes traitées isolément par l'eau de chaux jusqu'à virage puis ajoutées à la farine blanche, soit en pétrissant directement à l'eau de chaux la farine à 85 pour 100; nous obtînmes ainsi des pains de saveur douce, sans arrière-goût acide, de bonne conservation, trés améliorés par rapport aux pains témoins faits à l'eau ordinaire.

Notre procédé, préconisé par le Sous-Secrétariat d'État des Inventions sous le nom de « pain français », fut appliqué par de très nombreux boulangers et propagé par le Ministére du Ravitaillement. Ses heureux effets furent attestés par l'Académie de Médecine, la Société d'Hygiéne alimentaire, MM. Capitan, Gariel, Gley, Lépine, Roger, Weill et Mouriquand, etc. Des variantes du procédé furent proposées par MM. Raphaël Dubois (carbonate de chaux), Le Roy (glucosate de chaux). L'Académie de Médecine émit même le vœu « que le Gouvernement assurât aux boulangers la fourniture des petites quantités de chaux nécessaires pour la fabrication du pain ».

II. — Nous fîmes campagne, M. Lapicque et moi, en faveur des hauts blutages, absolument nécessaires pour assurer notre ravitaillement, d'abord devant

la Société d'Hygiène alimentaire, puis à l'Académie de Médecine, et enfin à la Commission d'Alimentation de la Société de Biologie. On trouvera, dans les procès-verbaux et bulletins de ces compagnies, la trace de nos efforts répétés.

Résumant les discussions déjà soutenues, je publiai, au début d'octobre 1917, un exposé de la question du pain, telle qu'elle se présentait alors : récolte de 30 à 40 millions de quintaux de blé, besoins de 90 à 95; succédanés en quantités insuffisantes, récoltes à l'étranger inférieures à la moyenne, transport rien moins qu'assuré à cause de la guerre sous-marine, de la rareté des navires, de la cherté du fret. A vivre comme par le passé, le pain aurait manqué fin janvier suivant! Il fallait donc employer toutes les mesures d'action immédiate, quelle que soit l'importance de l'économie qu'elles procuraient : extraire du blé la plus grande quantité de farine possible en la rendant panifiable par l'emploi de l'eau de chaux, une élévation de 1 pour 100 du taux d'extraction procurant un million de quintaux de farine en plus; ajouter à la farine de blé toutes les farines de succédanés disponibles dans les limites où elles n'entravent pas la panification, réduire la consommation au plus juste et, autant que possible, ne fournir à chacun que la quantité de pain strictement nécessaire, éviter le gaspillage sous toutes ses formes.

J'avais d'ailleurs trouvé, dans une expérience de nutrition sur le chien faite à l'instigation de M. Lapicque, que le coefficient de digestibilité du pain de blé entier est de 90 pour 100, chiffre presque identique à celui de la farine blanche.

Reprenant les arguments présentés à la Société d'Hygiène alimentaire par MM. Gley, Lapicque et par moi-même, j'insistai sur la nécessité de réserver d'abord à l'homme toute la partie assimilable du blé, la conservation du troupeau n'étant que secondaire par rapport à notre propre alimentation.

III. — Enfin, certains boulangers pratiquant alors communément une fraude qui consistait à tamiser la farine à 85 pour 100 pour faire deux qualités de pain, l'une presque ou tout à fait blanche, l'autre trop bise, j'imaginai un procédé, n'exigeant qu'un seul produit chimique, possible à se procurer en ce moment et isolant bien les débris cellulosiques dans les farines et les pains. Les échantillons de ceux-ci sont placés dans un tube à essai avec une solution d'acide phosphorique au demi et portés à l'autoclave à 120° pendant une heure, puis lavés sur un tamis de soie n° 100 ou 120; le résidu est mis à décanter ou séché et pesé.

Présenté au Service des Fraudes du Ministère de l'Agriculture, ce procédé fut agréé par lui et publié par ses soins.

5. — SÉCHAGE DES SARDINES (100)

L'utilisation du poisson pour le ravitaillement général rencontrait de grandes difficultés, notamment du fait de la pénurie des transports D'une part, il était devenu impossible de faire parvenir le poisson frais des ports de pêche aux centres de consommation un peu éloignés; d'autre part, la livraison des matières premières aux usines de conserves était fréquemment retardée, risquant d'arrêter leur travail. Au printemps de 1918, la situation devint assez alarmante pour nous inciter, le Dr Chevalier et moi, à y chercher remède, en mettant au point un procédé de conservation du poisson, n'exigeant ni fer blanc ni huile, devenus très rares. Nous réussîmes à sécher le poisson en le soumettant, après saumurage, à un courant d'air chaud produit au moyen des appareils existant dans les usines. Avec une dépense de 15 millimes par poisson, nous obtînmes des sardines ayant perdu 40 pour 100 environ de leur eau et pouvant se conserver au moins 15 jours sans altération. Le produit séché peut être considéré comme un aliment populaire et à bon marché. L'usine équipée pour le séchage des poissons peut aussi sécher des légumes, ce qui aurait l'avantage de prolonger la saison de travail et de mieux utiliser la main-d'œuvre locale.

6. — ÉCONOMIES DE CHAUFFAGE (98)

La pénurie des combustibles pour les usages domestiques a été par moments une des plus grandes gênes de la période de guerre.

La Direction des Inventions nous a chargés, le regretté Armand Thevenin et moi, de rédiger une brochure de vulgarisation indiquant « Comment économiser le chauffage domestique et culinaire ». Nous y avons réuni les renseignements utiles sur les combustibles usuels et les combustibles accessoires préconisés alors, les divers appareils de chauffage, les valeurs et rendements calorifiques; nous avons insisté sur les nombreuses économies réalisables par les particuliers.

Notre brochure a été répandue largement; la presse anglaise a même exprimé le regret qu'une œuvre semblable n'ait pas été publiée chez nos Alliés. Le Musée Pédagogique en a extrait une conférence, illustrée de projections et terminée par une série de dictées répétant nos conseils d'économie, que les instituteurs ont propagés ainsi dans les écoles.

7. — QUESTIONS GÉNÉRALES D'ALIMENTATION (102, 103)

Les Académies des principaux pays alliés ayant organisé des Comités pour l'étude des problèmes physiologiques de l'alimentation, les délégués de la France à la Commission scientifique interalliée du ravitaillement, les professeurs Gley et Langlois ont proposé à la Société de Biologie de nommer une Commission d'Alimentation pour étudier ces questions à un point de vue biologique et leur fournir des informations et des vœux. Comme secrétaire de cette Commission, aux travaux de laquelle j'ai pris une part active, j'ai rédigé les comptes rendus de ses séances. Ils viennent d'être publiés, grâce à une subvention du Ministère de l'Agriculture et du Ravitaillement, en un volume auquel j'ai ajouté la bibliographie analytique des travaux publiés en France pendant la guerre. Ce volume qui montre l'effort réalisé dans notre pays a été envoyé par le Ministère à toutes les organisations alliées et neutres s'occupant des mêmes problèmes scientifiques d'alimentation.

Mêlé depuis trois ans à beaucoup des questions d'alimentation posées par la guerre, ayant cherché une solution à quelques-unes d'entre elles, ayant dû rassembler pour cela une documentatation considérable, j'ai cru de mon devoir, avant de rentrer dans le calme des recherches de science pure au laboratoire, d'utiliser tout ce que j'avais appris pour faire connaître comment se posent les problèmes d'alimentation et de ravitaillement de notre pays. Je viens donc de rassembler d'une part toutes les données physiologiques indispensables, d'autre part toutes les données statistiques utilisables en un volume qui paraîtra prochainement.

VII. — TRAVAUX FAITS AVEC MON CONCOURS

Les travaux suivants du laboratoire de Physiologie générale du Muséum ont été faits en partie sous ma direction et avec mon concours :

A. Obré : *Étude sur l'action curarisante de la scopolamine*. Diplôme d'Études supérieures. Paris, 1914.

H. Wessberge : *Les variotions de poids subies por les tissus musculaire et nerveux dans l'eau et dans quelques solutions salines sont-elles conditionnées par des phénomènes osmotiques?* Thèse de doctorat ès sciences. Paris, 1918.

A. Liacre : *La digestion des cellules à oleurone du blé*. Thèse de doctorat en médecine, Paris, 1919.

TABLE DES MATIÈRES

85618. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.